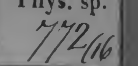

16



DAS KOHLENSAURE GAS

IN DEN

SOOLSPRUDELN

VON

NAUHEIM UND KISSINGEN

UND DIE

VON IHM ABHÄNGENDEN ERSCHEINUNGEN

VON

RUDOLPH LUDWIG.

Kurfürstl. Hessischem Salineninspektor und Badeverwalter zu Nauheim, Inhaber des Kurfürstl. Wilhelms-Ordens 4. Klasse, mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied und Correspondenten.

Mit zwei geologischen Profilzeichnungen.

FRANKFURT A. M.

VERLAG VON HEINRICH KELLER

(Vormals J. Schmerber'sche Buchhandlung.)

1856

DAS KOHLENSAURE GAS

IN DEN

SOOLSPRUDELN

ZU

NAUHEIM UND KISSINGEN

UND DIE

VON IHM ABHAENGENDEN ERSCHEINUNGEN.

VON

RUDOLPH LUDWIG,

Kurfürstlich Hessischem Salineninspector und Badeverwalter zu Nauheim, Inhaber des Kurf. Wilhelms-Ordens 4r Kl., mehrerer Gelehrten-Gesellschaften Mitglied und Correspondenten.

MIT ZWEI GEOLOGISCHEN PROFILZEICHNUNGEN.

FRANKFURT A. M.

VERLAG VON HEINRICH KELLER.

(Vormals J. Schmerber'sche Buchhandlung.)

1856.

Druck von C. Adelmann.

Einleitung.

Wenige Quellen Deutschlands haben in so hohem Masse die Beachtung des Publikums auf sich gelenkt, als die schäumenden Thermalquellen, die Sprudel zu Nauheim und Kissingen. — Der Reiz, welchen sie ausüben, liegt nicht sowohl in der überraschenden Grossartigkeit und Schönheit ihrer Erscheinung, in ihrer heilsamen Wirkung gegen so mannigfaltige Krankheitszustände der Menschen, als in der geheimnissvollen Kraft, welcher sie ihre Wärme und ihre weisschaumigen Strahlen verdanken. Jedermann steht voll Staunen vor den Nauheimer Sprudeln, diesen alabasterweissen, mit reissender Geschwindigkeit der Erde entströmenden Säulen, welche sich an ihren Gipfeln hüpfend und spritzend in Ringe und Wellen zurückfallenden Schaumes auflösen. Es ist nicht Wasser, welches wir der Erde entsteigen sehen; es ist nicht der durchsichtige Strahl einer künstlichen Fontaine; sondern eine durch punktfeine Gasbläschen in Gischt verwandelte Salzlösung. Der eine der drei nahe zusammen stehenden Nauheimer Sprudel stürzt in Gestalt einer silbernen Glocke aus dem Bohrloche, der zweite steigt hüpfend mit lockigem Haupte 7 bis 10 Fuss hoch aufwärts, während der dritte mit erhabener Würde, wie in einen reich mit Perlen und Edelgestein geschmückten Königsmantel gehüllt, in 46 bis 56 Fuss Höhe über den Häuptern der Menschen seine wallende Krone der ihn mit blendenden Farben schmückenden Sonne entgegen hebt.

Das wechselvolle Schauspiel veranlasst die Frage nach der Ursache der Verschiedenheit in Form und Sprunghöhe, die Beständigkeit der Erscheinung fordert zur Vergleichung auf, wesshalb wir hier die Nauheimer und die Kissinger Sprudel in Gemeinschaft vorführen. Diese letztern besitzen nicht die Wärme der Nauheimer Thermen, aber sie sind in vielen Beziehungen mit ihnen verwandt. Der eine der Stadt Kissingen nahe gelegene Sprudel siedet und tost in einem tiefen weiten Schachte. In grüner glasheller Flüssigkeit steigen dicke, vielfach gebogene Perlenschnüre von Gas, an der wallenden Oberfläche platzend, aufwärts. Plötzlich vermindert sich die schäumende Bewegung; der Spiegel des Wassers sinkt im Schachte nieder: — die Erde gibt kein Wasser mehr! Zagend und fürchtend, dass ihr Schoss sich verschlossen haben möge, steht der Beschauende am Rande des schwarzen Schlundes. — Da braust es plötzlich wieder in der Tiefe, mit erneuerter frischer Kraft werden die salzigen Wogen wieder nach oben getragen und der Mensch fragt bewundernd nach dem Grunde dieser rhythmischen Bewegung, welche Ebbe und Fluth des Meeres nachahmt.

Die andere, 1/4 Stunde weiter von Kissingen entfernt entspringende Sprudelquelle stürzt schäumend aus dem Hahne des Bohrlochrohres in den weiten Schacht. Wird von kundiger Hand ein anderer Weg des Rohres geöffnet, so springt in kühnen Sätzen ein 80 bis 90 Fuss hoher Schaumstrahl in den Räumen des Bohrthurmes aufwärts und hüllt sich tosend in einen Gischt, wie die an steiler Felswand brechende Brandung des sturmbewegten Meeres. — Aber es ist gefährlich, dieses erhebende Schauspiel öfters und auf längere Dauer zu zeigen: denn mit räuberischer Hand reisst jener Riese alle schwächeren Quellen, selbst den fern liegenden intermittirenden Sprudel in sein Bereich. Als wolle er allein die Bewunderung der Welt auf sich lenken, vernichtet er alle neben und um ihn zu Tage tretenden Quellen.

Die gasreichen Thermalquellen sind schon öfters Gegenstand wissenschaftlicher Besprechung geworden; ich werde im

Folgenden die, welche ausser mir über die Nauheimer Sprudel vor das Forum der Oeffentlichkeit traten, zu nennen Veranlassung haben, halte aber die Sammlung und Kritik der einzelnen über ihr Wesen aufgetauchten Ansichten für zeitgemäss, besonders da ich im Stande bin, einige neue für die Erklärung der Entstehung der Sprudel nicht unwichtige Thatsachen dem schon Vorhandenen anzufügen.

Die Sprudelquellen haben für die Geologie ein bedeutendes Interesse erlangt, indem sie 1) auf manche in den Tiefen der Erde vorgehende chemische Processe aufmerksam machen; indem sie 2) das Zutagetreten der Sauerbrunnen erklären und endlich 3) als Beispiel dafür dienen, wie das Wasser verbunden mit Kohlensäure, auch ohne hydrostatische Druckkraft, Stoff aus der Tiefe fördernd, die allmählige Senkung grösserer Landstriche veranlassen kann. Vielleicht haben die folgenden Mittheilungen aber auch noch einigen Werth für alle diejenigen, welche sich weniger mit dem Studium geologischer Gesetze, als mit der Nutzbarmachung jener Schätze in der Tiefe für das Leben befassen; für solche, die Bohrungen nach Wasser etc. unternehmen wollen. Und so beginne ich denn, die Bitte um nachsichtige Aufnahme dieser Arbeit vorausschickend, mit den Nauheimer Quellverhältnissen, als den mir genauer bekannten und lasse ihnen eine Schilderung jener von Kissingen folgen.

I. Die Soolsprudel zu Nauheim.

1. Allgemeines.

Die Umgebung von Nauheim, namentlich der Südabhang des Taunus und das zwischen ihm und dem Vogelsberge gelegene Land, die Wetterau, ist aussergewöhnlich reich an kohlensauren Quellen. Wenn gleich von den meisten dieser Säuerlinge und Thermen chemische Analysen bekannt sind, so herrscht doch über deren sonstige Eigenthümlichkeiten noch ein so grosses Dunkel, dass über ihre Entstehung kaum etwas Bewiesenes gesagt werden kann.

Beachtenswerth ist, dass alle diese kohlensaures Gas ausströmenden Quellen auf gewissen Schichten des Devonischen Systemes, oder wenigstens in bestimmten Reihen, der Streichungslinie der Schichten jenes älteren Sedimentes ziemlich parallel geordnet, aus den Sand- und Geröllschichten der wetterauer Tertiärformation kommen.

Auf diese Umstände habe ich in meinen „geologischen Beobachtungen in der Gegend zwischen Frankfurt a. M., Giessen, Fulda und Hammelburg" *) seiner Zeit schon hingewiesen.

Aus dem Taunusschiefer und Quarzite entspringen die Thermen von Wiesbaden, Soden und Homburg vor der Höhe, sammt den damit im Zusammenhange stehenden Sauerquellen von Kronthal und Niederrossbach.

---

*) Darmstadt bei G. Jonghaus 1852.

Die Thermen von Nauheim und Wisselsheim treten, wie ich ebenfalls schon früher an andern Orten*) nachgewiesen habe, auf der Grenze zwischen Orthocerasschiefer und Stringocephalenkalk, welche bei Nauheim in Nordost gegen Südwest streichend, 72° gegen Südost einfallend, von 80 bis 130 Cassler Fuss mächtiger Tertiärgeröllschicht bedeckt ist. Dazu ist auch der Säuerling von Steinfurth zu rechnen. — Die Falte des devonischen Schichtensystemes in deren Streichungslinie diese Quellen hervorkommen, liegt der Falte Wiesbaden-Homburg parallel, nur in einer ältern Formation und mehr nördlich. Einer noch nördlichern, aber in gleicher Richtung gegen den Meridian hinziehenden Falte des devonischen Systemes gehören die salzigen Säuerlinge von Fauerbach I., Oberhörgern, Münzenberg zu.

Die Säuerlinge von Vilbel, Grosskarben, Staden entstehen wahrscheinlich auf einem andern Gesteinswechsel (in einer andern südlichern Falte des unter den jüngern Sedimenten fortlaufenden devonischen Schichtensystemes) als die von Schwalheim bei Friedberg, Echzell, Grünschwalheim, Berstadt; die von Traishorloff stehen vielleicht mit dem Zuge Nauheim-Wisselsheim in Verbindung.

Das Devonische (oder rheinische Schiefergebirge) ist, wie ich in einem Aufsatze über dessen Verhalten zwischen Butzbach und Homburg**) näher nachgewiesen habe, in viele parallel gerichtete, zum Theil sehr tief eingebogene Falten gelegt, in Folge früher an der Erdoberfläche vorgegangener Niveauveränderungen. Wie diese Falten an dem oberflächlich sichtbaren Gestein, so bestehen sie auch an dem unter der Ter-

---

*) Ueber die warmen Soolquellen Nauheims, Vortrag gesprochen in der Sommerversammlung am 31. Juli 1852 der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde für Oberhessen. — Abgedruckt im 3. Jahresberichte derselben. Giessen 1853. und Geologische Karte der Section Friedberg, bearbeitet von R. Ludwig, herausgegeben vom mittelrheinischen geologischen Verein. Darmstadt bei G. Jonghaus 1855.

**) Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft 9, Abtheilung 2, S. 1 u. ff.

tiärformation versteckten, und diese letztere bedingen eben die Anordnung der oben erwähnten Mineralquellen in bestimmte Züge.

Alle Sauerquellen des Taunus und der Wetterau fördern eine grosse Menge Kohlensäure. Diese ist theils an doppeltkohlensaure Erden- und Metalloxydsalze des Mineralwassers gebunden, theils bleibt sie bei dem Austritte der Quellen an die Luft, d. h. bei dem Drucke, den die Atmosphäre auf die Oberfläche des Wassers ausübt, in letzterem aufgelöst (absorbirte freie Kohlensäure der Chemiker), theils endlich entweicht sie in zahllosen grösseren oder kleineren Perlen und ruft das Mussiren der Quellen hervor. — Aber auch an trockenen Stellen, in der Nähe der Quellen, entweicht sehr häufig Kohlensäure dem Boden*). Dieses, sowie das den Quellen unmittelbar entweichende kohlensaure Gas, war sicherlich in der Tiefe ebenfalls an das Wasser gebunden, ward mit diesem emporgetrieben und entwich erst unter dem Drucke, den die Atmosphäre ausübt. Wenigstens lernen wir dieses Verhältniss an den durch die Kunst erzeugten Sprudelquellen kennen, und dürfen wohl bei der Eigenschaft des Wassers Kohlensäure unter verschiedenen Druckverhältnissen in verschiedenem Masse zu verschlucken, und der reichlichen Anwesenheit des Wassers in den Thaltiefen, ein gleiches Verhalten überall voraussetzen. Namentlich spreche ich mich entschieden gegen die Hypothese, welche in bedeutender Tiefe von Wasser getrennte Kohlensäuregas-Ströme in der Erde voraussetzt, aus, weil selbst in den grössten uns erreichbaren Tiefen der Erde noch Wasser in Menge eindringt und dieses dem mit der Tiefe zunehmenden Drucke proportional reichliche Kohlensäure absorbirt und weil in noch grösserer Tiefe unter dem Drucke der überstehenden

*) Dr. v. Heyden Ueber Mofetten oder Erdlöcher, aus denen tödtliches Gas ausströmt. Jahresber. der Oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde. Giessen 1853. S. 1. Tasche Ueber einige Gas- und Sauerquellen am südwestlichen Rande des Vogelsberges, daselbst S. 105; und R. Ludwig Geolog. Beobachtungen und geol. Karte der Section Friedberg u. s. w.

Wasser, die Kohlensäure selbst liquid werden müsste. Die letztere entweicht nur der Erdoberfläche näher, also unter gewöhnlichem Atmosphäredrucke und kömmt so in Kellern, Gruben, aus Erdlöchern in Gasform zum Vorscheine.

Alle Wasserquellen stehen in einem ganz bestimmten Abhängigkeits-Verhältnisse zu der Atmosphäre und ihren Niederschlägen. Viele Quellen versiegen nach anhaltend trockner Witterung gänzlich, andere nehmen wenigstens sehr beträchtlich an Wasserausgabe ab, alle aber geben reichlicher Wasser in und kurz nach der feuchten Jahreszeit. Die Hypothese, welche das Quellwasser in der Erde erzeugt werden lässt, wird wohl kaum noch ein Geologe vertheidigen wollen; es wird vielmehr zugestanden werden müssen, dass das verdunstete in die Atmosphäre übergegangene Wasser auf die Erdfläche zurückfallend, in die Erdschichten eindringt, sich auf diesem vielfach verzweigten Wege mit ausgelaugten erdigen Stoffen und Salzen mehr oder weniger sättigt und in Form von Quellen an geeigneten Stellen wieder zum Vorschein kommt. Natürlicher Weise gehen, je nachdem das Meteorwasser tiefer oder weniger tief in die Erde eindringt, längere oder kürzere Zeitperioden vorüber, ehe eine Zu- oder Abnahme der Quellen bemerklich wird*). Zu Nauheim ist schon an den alten Salzbrunnen in früheren Zeiten eine Abhängigkeit von anhaltendem Regen beobachtet worden**), ich habe an den gebohrten Brunnen daselbst dieses Abhängigkeits-Verhältniss von der Regenmenge bestätigt gefunden. Die sämmtlichen Sprudel bis auf die Curbrunnen herab, sind während des Vorsommers nach feuchtem Frühlingswetter sehr ausgiebig und ihre Wassermenge nimmt erst im Herbste und Winter beträchtlich ab.

---

*) Fr. Arago, Unterhaltungen etc. deutsch von Remy. Stuttg. 1837. S. 123.

**) A. Wille Geognostische Beschreibung der Gebirgsmassen zwischen Vogelsberg und Taunus u. s. w. Mainz bei Flor. Kupferberg 1828.

2. Die Nauheimer Salzbrunnen.

Der von mir in Dr. Bode's Schrift über „Nauheim's natürliche warmen Salzquellen“ *) gegebene Aufsatz, welcher die geologischen Verhältnisse um Nauheim und die Entstehung der Soolquellen bespricht, enthält einige historische Notizen über den dasigen Salinenbetrieb und thut nebenbei der alten Salzbrunnen Erwähnung. Ich füge daraus und aus A. Wille's v. a. Schrift Einiges hier bei, um der Ansicht zu begegnen, das ein Versiechen der Nauheimer Sprudel wegen Wassermangel in der Tiefe eintreten könne: eine Meinung, die von Männern, welche vermöge ihrer Stellung zu der Saline wohl einige Einsicht in die Natur dieser Quellen zugetraut werden dürfte, zum Schaden für das neu aufblühende Soolbad, vor dem Publikum zwar nicht schriftlich, aber doch mündlich mehrfach ausgesprochen worden ist, und sich in weiteren Kreisen verbreitend, bei Laien in der Naturwissenschaft das Vertrauen in das Fortbestehen der Sprudel erschüttern musste. Unter mächtiger Lehmdecke mit Succinea oblonga, welche sich im Laufe der Zeiten auf Rasenboden absetzte **), finden sich nächst Nauheim Begräbnisstätten aus dem fünften Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Die Unterlage dieses Todtenfeldes bilden uralte Salz-Siedestätten. Es sind grosse eingemauerte Thongefässe, welche zufolge des darin und dabei liegenden Pfannensteines offenbar zum Kochen und Sieden der Nauheimer kalkreichen Salzsoole gedient haben. Von welchem Volksstamme diese Soden betrieben wurden, ist schwer zu ermitteln; sie haben, wie die fast eine Viertelstunde weite Ausdehnung der Siedeplätze, die unter dicker Lehmdecke ruhenden mächtigen Aschenhaufwerke mit Sumpfschnecken, Knochen und Topfscherben, die zahlreich aufgefundenen Handmühlen, tiefe Abzugkanäle und andere Anzeichen vermuthen lassen, feste Sitze bei Nauheim gehabt und lange Zeit daselbst ihr Gewerbe betrie-

*) Cassel bei Theod. Fischer, zweite Auflage 1853.

**) R. Ludwig Das Wachsen der Steine, Darmstadt bei G. Jonghaus 1854.

ben *). Damals traten die Nauheimer Salzbrunnen wohl auf natürlichen Wegen an die Oberfläche; es finden sich gelegentlich bei Fundamentalgrabungen vielfach fusshoch mit Quellsinter bedeckte Stellen, dieses sind die alten Quellausgänge, in deren Nähe sich der kohlensaure Kalk in Form von Kalktuff ablagerte. Das nach menschlichen Begriffen hohe Alter der Nauheimer Salzquellen wird durch jenen archäologischen Fund erhärtet.

Als später im Mittelalter bei Nauheim eine Salzsode **) bestand, grub man wohl schon Brunnen, aus denen das Salzwasser geschöpft, gradirt und versottèn wurde. Diese Brunnen dehnten sich in einem weiten Bogen am Fusse des Johannesberges hin, es waren 1828 nach A. Wille noch zwölf vorhanden und theilweise im Gebrauche. Wille theilt darüber Folgendes mit:

		Temperatur der Soole.		Salzgehalt in Procent.	Tiefe des Quellpunkts.		Wassermenge in 24 Stunden.	
Brunnen	1	18^0	R.	1,90	48	Fuss	21600	Cubikf.
„	2	$17,5^0$	„	1,68	40,5	„	nicht gemessen.	
„	3	18^0	„	3,11	16,5	„	14400	Cubikf.
„	4	$8,9^0$	„	1,18	17,5	„	1080	„
„	5	$7,75^0$	„	1,61	9,75	„	720	„
„	6	$16,5^0$	„	2,31	13,0	„	3960	„
„	7	nicht von Wille beobachtet.						
„	8	$13,5^0$	R.	2,58	15,25	Fuss	3600	„
„	9	$7,75^0$	„	2,27	34,00	„	1610	„
„	10	$7,5^0$	„	0,86	118,5	„	nicht gemessen.	
„	11	$20,^0$	„	2,76	42,0	„		
„	12	nicht beobachtet.						

*) Gleichfalls in der Nähe Nauheims aufgedeckte zahlreiche Celtengräber dürften die Vermuthung unterstützen, dass jene Salzsieder celtischen Stammes waren. Jedenfalls wurden jene Salzpfannen vor länger als 2000 Jahren schon benutzt.

**) Die erste Erwähnung davon thut die Stiftungsurkunde des Klosters Marienschloss bei Rockenberg vom Mai 1338, z. vgl. Archiv für Hessische Geschichte 6; I. S. 107.



Die von Wille bestimmte Wassermenge von sechs Brunnen betrug täglich 46970 Cubikfuss.

Das damals schon bestehende Bohrloch No. 1, 62 Fuss tief (also auch nur ein enger Schacht) lieferte Soole von 22° R., 3,08 Procent Salz, täglich 35280 Cubikfuss.

Ausserdem floss noch im Usabette längs der Saline eine bedeutende Menge Soole freiwillig aus, so dass die Angabe Wille's, die alten Nauheimer Salzbrunnen hätten täglich 86- bis 100000 Cubikfuss Soole geliefert, wohl begründet sein dürfte.

Etwa eine gleich grosse Quantität Soole wird heutiges Tages noch in diesem Reviere, wenn auch auf anderem bequemerem Wege aus der Erde gewonnen, wie weiter unten ausgeführt wird, woraus ich folgere, dass daselbst seit langen Jahren eine im Durchschnitte gleichbleibende Soolmenge an die Erdoberfläche getreten sei; anfangs auf engen krummen Wegen zwischen Schutt und Grus, dann etwas bequemer in Senkbrunnen, und endlich in glatten, gerade in die Tiefe reichenden Bohrlöchern. — Sie würde vielleicht aus einem einzigen Bohrloch von entsprechender Weite und Tiefe zu gewinnen sein, wenn dieses beabsichtigt würde. — Auch die chemische Constitution der Nauheimer Quellen wird, abgesehen von der geringeren oder stärkeren Verdünnung durch Regenwasser, welche die Senkbrunnen mehr als die Bohrlöcher erlaubten, sich seit Jahren gleichgeblieben sein, worüber die weiter unten mitzutheilenden Analysen das Nöthige beibringen.

Die Salzbrunnen sind seit dem Jahre 1830 ausser Gang, grössten Theils versiegt und zugeworfen; nur einer, der mit No. 3 bezeichnet, ist noch offen, und wird, jetzt sehr schwach überfliessend, zu Bädern für die Salinenarbeiter benutzt.

3. Die Nauheimer Bohrbrunnen.

Das erste Bohrlochsabteufen versuchte 1816 der Kammerrath F. Wille auf der Westseite der Saline; es ward eine 20° warme, stark aufschäumende Soole, der Erstling der Nauheimer Sprudel, schon in 43 Fuss Tiefe erlangt. — Dieser Punkt, soviel er für die Folge versprach, ward aufgegeben, um einen andern, den damaligen Gradirhäusern näher gelegenen, nordöstlich von Nauheim, zu benutzen. —

In der Nähe der jetzigen Sprudel, jedoch auf der rechten Seite der Usa, ward 1823 das Bohrloch No. 1, nur 62 Fuss tief, in das Tertiärgerölle niedergebracht, weil die zerbrechende eiserne Verröhrung zum Einstellen der Arbeit nöthigte. —

Das Bohrloch durchsank nur Grand und thonigen Sand; bemerkenswerth ist aber, dass schon bei 15 Fuss unter der Oberfläche 11° R. warme 1procentige Soole, bei 24 Fuss abermals eine Soolschicht von gleichem Gehalte, bei 31 Fuss Tiefe 12° R. warme 2procentige Soole bei 51,5 Fuss schon 22° R. warme 3procentige Soole und endlich bei 51,6 Fuss 26° R. warme 3,25procentige Soole, welche schäumend den Bohrschacht erfüllte, vorkam. — Die tief unten im Bohrloch eintretende reichere Soole vermischte sich mit dem durch die undichten Wände zudringenden obern schwächeren Salzwasser, so dass das täglich in einer Quantität von 35280 Cubikfuss, ausfliessende Wasser nur 22° R. warm war und 3,08 Procent Salz enthielt.

Das beiliegende Gebirgsprofil Tafel 1 giebt ein Bild der geologischen Verhältnisse nächst des Bohrloches 1.

In geringer Entfernung von No. 1 setzte man alsdann, von der Ansicht geleitet, die Soole entspringe den Höhen des Taunus, das Bohrloch No 2 an. Das Abteufen fand bis 140 Fuss in Tertiärschutt und thonigem Sand, von da ab in Thonschiefer (Orthocerasschiefer) und endlich von 460 Fuss in Grauwacke und Grauwackenschiefer (Spiriferensandstein) statt und ward bei 532 Fuss in diesem Gesteine beendigt. Ich habe über diese Bohrung nach vorhergegangener Berichtigung der

von A. Wille in seiner oben citirten Schrift mitgetheilten Bohrregister durch Vergleichung mit den noch vorhandenen Bohrmehlproben in meinen oben angemerkten Schriften mich weiter verbreitet, als es hier der Raum erlaubt *).

Das Bohrloch ist ebenfalls auf Taf. 1 eingezeichnet. Es hat vorzugsweise zur Erforschung des geologischen Baues der Gegend von Nauheim beigetragen, wenn gleich noch viele Jahre verstrichen, bis aus der Zusammenstellung seines Profiles mit dem der Bohrung No. 5 und 7 die Anordnung der Schichten, zwischen denen die Soole zu suchen ist, und der Bau des Apparates, auf welchem sie zu Tage gelangt, mit Sicherheit erkannt werden sollte. —

In den Tertiärgeröllen wurden auch mit diesem Bohrloche verschiedene, nach unten allmählig reicher werdende Soolzuflüsse und endlich bei 80 bis 86 Fuss Tiefe ein $25{,}5^0$ warmes $3^1/_2$ Procent Salz haltiges Wasser erreicht. — Die gasöse Soole floss im Schachte 21^0 warm über. — Im Thonschiefer sind weder Soole noch Süsswasserzugänge bemerkt worden.

In den Jahren 1836 und 1837 wurden noch weiter westlich die Bohrlöcher No. 3 und 4 angelegt, da sie aber den Erwartungen nicht entsprachen, vielmehr ganz ohne Resultat blieben, so kam man von der Ansicht zurück, dass der Taunus die Soole liefere und suchte den Ursprung des Quellsystems in östlicher Richtung.

Das Bohrloch No. 5 durchdrang die Tertiärschichten 114 Fuss tief. Seine Lage dicht am Usabache ist nicht die schicklichste für einen Salzbrunnen. Doch hatte es der Zufall gewollt, dass dieses Bohrloch dem Schichtenwechsel zwischen Orthocerasschiefer und Stringocephalenkalk nahe kam und desshalb eine besonders gas- und salzreiche Soole liefert. — Das Bohrloch stand bis 49 Fuss im Quarzgeröll, welches nach un-

*) Auch zu vergl. R. Ludwig Einige ergänzende und erläuternde Bemerkungen über die Sprudel zu Nauheim mit Beziehung auf die Schrift des Bergeleven Otto Weiss, die Nauheimer grossen Sprudel u. s. w. im 5. Bericht der Oberhess. Gesellschaft. Giessen 1855.

ten etwas thonig verkittet ist, dann bis 63 Fuss in blauem grandigen Letten, worin eine $^1/_2$ procentige Soole. Es folgt eine Thonschicht von 2 Fuss, alsdann Sand bis 73 Fuss, worin abermals Salzwasser, jedoch von $3^1/_4$ Procent Gehalt und $22,5^0$ R. wahrgenommen ward. Bis 114 Fuss ward nunmehr nur thoniger Grand und Sand erbohrt, bei 89,5 Fuss mit starken gasösen Soolzugängen, welche im Bohrloche bis 6 Fuss unter den Bohrkopf aufstiegen. Nachdem zur Ansaugung der Quelle vom damaligen Betriebsbeamten der Saline, Wilhelmi, eine Handpumpe mit 20′ langem Rohre eingelassen, und einige Minuten gepumpt worden war, sprang den 1. October 1838 aus diesem Bohrloche der später von R. Bunsen chemisch und physikalisch untersuchte Gassprudel, welchem das Soolbad Nauheim seine Entstehung verdankt*). Anfangs erhob sich der 26^0 R. warme Soolstrahl 16 Fuss hoch über den Bohrkopf, wobei er Sand und kleine Steine ausschleuderte. — Allmählig nahm die Sprunghöhe ab, die Quelle blieb ganz aus. Nach wiederholtem Anpumpen zeigte sie ein intermittirendes Verhalten, indem sie von 10 zu 10 Minuten unter Brausen und Poltern 12 bis 15 Fuss hoch sprang und dann wieder bis zum Niveau des Bohrlochs zurücksank und schwächer überlief. Erst nach einiger Zeit regelte sich der Ausfluss, welcher dann unter starker Kohlensäureentwicklung und ohne Intermittenzerscheinungen in einem 2 bis 3 Fuss hohen Strahle statt fand. — Jm Jahre 1839 stellte R. Bunsen seine chemische Untersuchung mit dieser nicht mehr intermittirenden Quelle an und mass zugleich die ihr gasförmig entströmende Kohlensäure mit der ihm eigenen Sorgfalt. Ich werde auf diese Untersuchungen weiter unten zurückkommen; es sind die einzigen, welche, weil sie die Zusammensetzung und die Gasbestandtheile derselben Quelle gleichzeitig feststellten als Grundlage für das Bewegungsgesetz des Nauheimer Sprudel in Anwendung gebracht werden können. —

*) v. Bode Nauheim und seine natürl. warmen Quellen. 1. Auflage, derselben Schrift 2. Auflage 1853, S. 31.

Mit dem Gassprudel No. 5 wurden zur Belustigung des Publikums zuweilen Experimente veranstaltet. Durch Aufsetzung eines engeren Rohres konnte der Schaumstrahl 15 bis 20 Fuss hoch getrieben werden. Nach Entfernung dieses Rohres sprudelte die Quelle anfangs ruhig über; dann erfolgten für das Gehör und das Gefühl der nahestehenden Personen merkbare Stösse im Innern des Bohrloches, der Sprudel trieb in starken Sprüngen höher und höher, trübte sich und warf Schlamm und Steine bis zu Nussgrösse aus. —

Im Jahr 1847 war die schmiedeiserne Futterröhre des Bohrloches dergestalt von Rost zerfressen, dass kleine Steine sich bis 12 Fuss hoch auf seiner Soole anhäufen konnten; im März 1848 brach es bei 71 Fuss Tiefe zusammen, und es ward nur 5 Fuss von ihm entfernt eine neue Bohrung, die mit No. 11 bezeichnet, abgeteuft.

Im Jahre 1836 wurden die Schürfversuche nach reicherer Soole auf dem linken Usaufer fortgesetzt, das Bohrloch No. 6 (Taf. 1) ward im Tertiärschutt niedergebracht. Da mit ihm bei 66 Fuss Tiefe eine zum Curbrunnen taugliche, gasreiche, schwache Salzquelle erlangt wurde, gab man das Tieferbohren auf und begann ganz nahe das Bohrloch No. 7 im Frühjahre 1839.

Dieses Bohrloch, welches im Hangenden der Soolschicht steht, ist für die Erkenntniss des geologischen Baues der Umgegend von Nauheim später sehr wichtig geworden. —

Bis zu 131,6 Fuss steht das Bohrloch in tertiärem grandigem Thone, worin bei 67 Fuss, also etwa so tief wie im nahen Bohrloche No. 6, eine schwache Salzquelle. In einer Tiefe von 117 Fuss ward abermals Wasser aus dem Bohrloche entnommen, welches von schwach säuerlichem Geschmacke war. Während des Schöpfens ward ein Schwanken des Brunnens No. 6 wahrgenommen, der weniger Soole lieferte, und zuweilen kaum noch überfloss. Von 131,6 Fuss abwärts bis 554,5 Fuss traf der Bohrmeissel nur festen blaugrauen oder gelben dolomitischen Stringocephalenkalk. — Das Gestein ist hier klüftig, so dass mehrere fusslange Stücke zerbrochener

Bohrstangen in den Klüften spurlos verschwanden, der Bohrer oft plötzlich Fuss tief einsank. Als das Bohrloch bei 217 Fuss Tiefe angelangt war, erhob sich ein Geräusch darin, es ward Soole 70 Fuss tief und 212 Fuss tief geschöpft; erstere hatte 1 Procent Gehalt und 20⁰ R. Temperatur, letztere war ¹/₄ Procent schwerer und 3⁰ wärmer. Nachdem das Bohrloch 440 Fuss tief geworden war, setzte man eine Pumpe hinein, um durch Ansaugen etwaige Soolzuflüsse zu eröffnen; es erfolgte jedoch nur ein Versiechen der nahen Quelle No. 6, welche erst nach einiger Zeit wieder kam *). Die ausgepumpte Soole hatte 1¹/₄ Procent Salzgehalt und 17,5⁰ R. Temperatur. — Dieser Versuch beweisst nur, dass das Salzwasser, welches No. 6 gab, auch noch tiefer in den Tertiärgebilden stand und daraus in den Kalkstein übertreten konnte; er widerlegt die von anderer Seite gehegte Ansicht, dass auch im Stringocephalenkalke Soole vorhanden sei. — Wäre dieses der Fall, sie hätte der Pumpe folgen müssen. —

Das Bohrloch No. 7 ward verlassen, als ein entstandener Meisselbruch nicht bewältigt werden konnte. Leider ward es aufgegeben, als es beinahe auf der Soolschicht angekommen war. Wäre dieses von den damaligen Berg- und Salinenbeamten nur im Entferntesten geahnt worden, sie würden Alles zu dessen Fortsetzung aufgeboten haben. Mancher kostspieige, nur geologisch interessante Bohrversuch, namentlich der No. 8 **), No. 9 **) und wahrscheinlich auch No. 10**), deren ich hier nur vorübergehend erwähne, würden erspart geblieben sein. —

Das Bohrloch No. 7 war bis 82 Fuss tief in eine Holzröhre gefasst; leider musste von da ab bis 132 Fuss eine 4 Zoll weite in der Wand etwas über 4 Linien starke Blechröhre eingeschoben werden, weil die Holzröhre sich nicht tie-

---

*) Otto Weiss Die Nauheimer grossen Soolsprudel etc. Cassel 1855.
**) R. Ludwig geolog. Karte der Section Friedberg.

fer einrammen liess. Hierdurch entstanden 1855 und entstehen wahrscheinlich ferner noch mancherlei Unannehmlichkeiten. —

Bei dem muthlosen Aufgeben des Bohrloches No. 7 den 4. Juni 1841 ward dessen Schacht mit einer Balkendecke belegt. — So verblieb alles bis zur Nacht vom 21. auf den 22. Dezember 1846, in welcher ein orkanartiger Sturm die Wetterau durchraste und ein ungewönlich niederer Barometerstand (= 321 Par. Zoll) statt fand. Da strömte dampfende Soole aus den Fugen der Schachtbedeckung, und als diese entfernt war, schoss eine sich hoch aufbäumende Schaumpyramide, der grosse Sprudel, aufwärts. Die Fama schrieb dieses Naturwunder dem im Juli 1846 statt gehabten Erdbeben zu, wusste auch von derartigen Geburtswehen der Erde in der Nacht vom 21. auf den 22. Dezember zu reden, und obgleich die Nichtigkeit dieser Ansicht längst dargelegt, die wahre Ursache des scheinbar so plötzlichen, aber längst im Geheimen vorbereiteten Ereignisses, erforscht worden ist, so hängen doch noch Manche, wohl des romanhafteren Lautes wegen, an der Erdbebentheorie. —

Nach der Fassung des grossen Sprudels No. 7 verschwand der Brunnen No. 6 gänzlich, die Gasquelle No. 5 verlor etwa $^1/_{10}$ an Quantität, und als sich ihr Wasserquantum im Februar und März 1847 wieder um etwas hob, an Wärme und Salzgehalt, ein Anzeichen, dass die tiefere bessere Soole nun den kürzeren Weg aus No. 7 suchte, dagegen bei feuchtem Wetter mehr Meteorwasser aus No. 5 gefördert wurden. Im Januar 1847 versiegte die aus dem Bohrloche No. 2 bis dahin ausgeflossene Salzquelle.

Das Bohrloch No. 5 brach, wie oben schon erwähnt, im März 1848 zusammen. — Der Salineninspector J. Schreiber erhielt von der kurfürstlichen Oberbergwerksdirection den Auftrag, dicht daneben ein anderes Abteufen, Bohrloch No. 11, zu machen. Ueber dieses 1848 vollendete, 98′ tief mit Holzrohr ausgebuchste Bohrloch hat F. Schreiber *) leider erst

*) Bergwerksfreund Band XVIII, Nr. 43 u. 44.

1855 einige Nachrichten veröffentlicht, welche alle denen, die ohne die Kenntniss seiner Versuche und Erfahrungen, sich die physikalischen Verhältnisse der Nauheimer Sprudel klar machen wollten, von grossem Nutzen hätten sein können. Allerdings haben Andere nun auf dem Wege eigener Betrachtung an irgend einer andern der zahlreichen Nauheimer Quellen die Natur der Sprudel erforscht und sind früher mit ihren gewonnenen Resultaten zur Oeffentlichkeit gelangt.

Das Bohrloch No. 11 steht, wie das von F. Schreiber mitgetheilte Profil erweisst, bis 55 Fuss in Grand und lettigem Grande, welchem bis 62 Fuss reiner bituminöser Letten mit Kohlenstückchen folgte. Unter diesem, in No. 5 in ähnlicher Tiefe vorliegenden Thonflötze, nur Grand und thoniger Grand, bei 99 Fuss mit einer festeren Bank. Die Soolzugänge wurden von 61,95 Fuss ab bemerkt; anfangs 1,724 procentig, bei 86,9 Fuss erst 1,82 procentig, aber bei 100,8 Fuss 3 procentig und $24^3/_4{}^0$ R. warm. —

Die von F. Schreiber mitgetheilten Versuche werde ich, so weit sie etwas noch nicht von anderer Seite schon bekannt Gewordenes betreffen, noch weiter unten zu berühren Gelegenheit finden; ich muss nur mein Bedauern aussprechen, dass neben den ausgeführten Gasmessungen nicht gleichzeitig eine chemische Analyse der Soole bewirkt worden ist und dass nicht angegeben worden, ob und in welcher Weise die Soole während einer Eruption, deren Erscheinung die Quelle anfangs öfter und regelmässig zeigte, von der, welche während der ruhigern Periode ausfloss, abwich.

Anfangs 1849 hatte das Wasser der Quelle No. 11 $24{,}75^0$ R. Wärme und 3 pCt. Salzgehalt an der Soolspindel; es flossen 28614 Cubikfuss Soole täglich aus. Als C. Bromeis die chemische Analyse des Wassers vornahm, war durch neben der Verröhrung zugetretenes Süsswasser die Temperatur der Quelle auf $23{,}4^0$ R., der Salzgehalt auf 2,85 pCt. und damit die ausfliessende Wassermenge auf 20000 Cbfss. gefallen. Bei verändertem Salzgehalte der Flüssigkeit ist aber deren Ab-

2



sorbtionsfähigkeit für Kohlensäure eine andere, man kann also die von F. Schreiber bekannt gemachten Beobachtungen über Kohlensäure-Entweichung nur noch als eine historische Notiz aufnehmen.

Die zu Curtrinkbrunnen abgeteuften Bohrlöcher übergehe ich hier, und verweise diejenigen, welche ein Interesse an ihnen nehmen, auf meine oben angegebenen Aufsätze in Dr. Bode's Badschrift. Im Jahre 1852 begann man nur 34 Fuss von No. 7 entfernt aus Rücksicht gegen die Schönheit und Regelmässigkeit der Badanlagen, gerade an diesem Punkte, zur etwa nothwendig werdenden Ersetzung des so mangelhaft gefassten Bohrloches No. 7 die Bohrung No. 12. Dieses während meiner Anwesenheit zu Nauheim niedergebrachte Bohrloch steht 80 Fuss tief im Tertiärgrand bis 616 Fuss im schwarzen weissgeaderten Stringocephalenkalk, worin Fenestella, Callomopora spongites Goldf. Stromatopora, Crinites, sehr viel Kalkspath, zuweilen auch Schwefelkies. Die vorhandenen Absonderungsklüfte des Gesteines sind stets mit lettiger Substanz mit Kalkspath und Dolomitbrocken und Krystallisationen ausgefüllt; nicht eine einzige ist ganz leer. Das Gestein steht, wie ich schon in meinen ersten vor Beginn dieser Bohrung über Nauheim veröffentlichten geologischen Arbeiten aus dem Bau der naheliegenden älteren Schichten schloss, steil geneigt gegen Südost; seine Schichtungsflächen und Querabsonderungen reichen sohin als mit Lett erfüllte Klüfte in das nahe Bohrloch No. 7. Bei 195 Fuss Tiefe ward eine solche Kluft angebohrt, deren schlammiger Inhalt durch die kältere und schwerere Wassersäule im Bohrloche 12, nach dem Bohrloche 7 gepresst wurde, so dass der Sprudel No. 7 einige Zeit trüb ausfloss. In grösserer Tiefe liegen noch mehrmals ähnliche Klüfte vor, deren Zusammenhang mit dem Bohrloch No. 7 gelegentlich bei Arbeiten, welche zur Bewältigung eines Meisselbruches im Bohrloche No. 12 geführt werden mussten, offenbar wurde.

Die tiefste Kalkschicht enthält soviel Kalkspath, dass sie dadurch ein ganz krystallinisches Ansehn bekommt. Ihr folgt

nach der Tiefe eine Conglomeratbank, bestehend aus locker durch mergeligen Kalk verkütteten Quarzgeschieben und eckigen Thonschieferstückchen. Darinnen anthrazitische Kohle und Ueberrindungen von kohlensaurem Kalke. In diesem 2 bis 3 Fuss dicken Conglomerate befindet sich die gasöseste, salzreichste und wärmste Soole. — Unter ihm liegt der Orthocerasschiefer, wovon ebenfalls Bruchstücke ausgebohrt wurden. Das Bohrloch ward hierinnen als vollendet stehen gelassen. Im Kalksteine war einigemale Soole von höherem und geringerem Gehalte beobachtet worden; sie ist aber, wie nicht bezweifelt werden kann, aus dem nahen Bohrloche No. 7 herübergedrungen. Die grösste Wärme, den stärksten Salzgehalt und die reichste Kohlensäuremenge enthielt, ich wiederhole es, das Wasser, welches auf der Conglomeratbank angetroffen ward. Die Soole ward am 15. Mai 1855 durch Pumpen in Bewegung gebracht und seitdem entspringt diesem Bohrloche die Friedrich-Wilhelms-Quelle*).

4. Der geologische Bau der Umgegend von Nauheim und die Form des Quellapparates.

Auf der beiliegenden Taf. 1 gebe ich ein Gebirgsprofil, welches unter Berücksichtigung der Bohrlochsprofile, die alle auf die Streichungslinie der Devonischen Schichten übertragen sind, zusammen gestellt ist. Aus dem Resultat der Bohrungen 2, 5 und 7 hatte ich schon 1851 kurz nach meiner Uebersiedelung hierher ein in der Hauptsache gleiches Profil **) entworfen; die Bohrung No. 12 hat meine Voraussetzungen bestätigt. — Ich suchte schon 1851 auf der Hauptstreichungslinie der Formation, am Fusse des Taunus, wo die Tertiärbedeckung weniger mächtig vorliegt, das Ausgehende des Stringo-

*) Dr. J. E. Drescher: Der neue grosse Sprudel zu Bad Nauheim, genannt „Friedrich Wilhelm". Frankfurt bei F. B. Auffarth 1855.

**) Ueber das rheinische Schiefergebirge u. s. w. in den Jahrbüchern des Vereines für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft 9, 2. Abth.



cephalenkalkes, worin die Bohrung No. 7 steht und fand meine Vermuthungen erfüllt, indem ich bei Hof Hasseleck den genannten Devonischen Kalk mit zahlreichen ihn charakterisirenden Versteinerungen erschürfte*).

Aus meiner Schrift zu den geologischen Spezialkarten des Grossherzogthums Hessen im Maasstabe von 1 : 50000**) gebe ich folgende geologische Skizze von Nauheim.

Die älteste Sedimentbildung nächst Nauheim ist der Spiriferensandstein, dessen Schichten hora $4^1/_2$, d. h. nach der Windrose, nahe Nordost gegen Südwest streichen, mit einer starken Neigung der Schichtenbänke gegen Südost. Auf ihm ruht der Orthocerasschiefer, ein dichter zuweilen in Dachschiefer übergehender, an andern Stellen aber metamorphosirter Thonschiefer. Die Umwandlung des Thonschiefer in ein den krystallinischen Schiefergesteinen ähnliches ist bewirkt durch Albitkryställchen, Serizitschuppen und Quarzknötchen. Die charakteristischen Versteinerungen blieben dabei bestimmbar erhalten. Es ist dieses einer der vielen Fälle, wo in einem Schlammabsatze durch Stoffanziehung und nach den Gesetzen der Krystallisation***), die anfänglich regellos nebeneinander gelagerten Atome zu bestimmt umgrenzten individuellen Formen zusammenwuchsen.

Dem Thonschiefer folgt nach oben mit gleichem Streichen von Nordost gegen Südwest ein Korallenkalk, ein schwarzer Marmor, den neuere Geologen Stringocephalenkalk nennen. — Auf dem Kalke ruhen wahrscheinlich Thonschiefer, wie in der Umgegend von Langgöns und Giessen; sie treten aber bei Nauheim nirgends zu Tage. — Jünger als diese Devonische Formation ist der Taunusquarzit vom Johannesberge und Winterstein. Dieses Kieselgestein liegt übergreifend gelagert auf die aufge-

*) Meine o. a. geologischen Beobachtungen.

**) Section Friedberg. — Darmstadt bei Jonghaus 1855.

***) Oder wie mein Verehrter Freund Dr. jur. F. Scharf in seiner Abhandlung aus der Naturgeschichte der Krystalle, Fraukfurt 1855, es ausdrückt: durch die „Lebenskraft" des Steines.

richteten Schichten der Devonischen Gruppe und ist zur paläozoischen Steinkohlenformation zu rechnen.

Das Devonische, Spirifersandstein, Orthocerasschiefer und Stringocephalenkalk, als Sediment bei seiner Entstehung horizontal ausgebreitet, ist durch die Kraft, welche es vor Zeiten über das Meer hob, in langgestreckte Falten gelegt. Eine solche Falte senkt sich von Hof Hasseleck unter Nauheim und Wisselsheim in die Tiefe. Mit dem einen nördlichen Faltenflügel haben wir es vorzugsweise zu thun.

Bei der ursprünglichen Aufbiegung zerbarsten die starren Bänke des Kalksteines auf dem Höhepunkte der Falten, so dass sie wie die Lippen eines Mundes einen langen Spalt umschliessen. Durch Abnagung und Auswaschung schliffen sich die obern Theile dieser Lippen ab, die Höhe der Falte verschwand und die Schiefer- und Kalkschichten stehen nun oberflächlich hervor wie die Blätter eines auf den Rücken gestellten Buches. Wahrscheinlich senkte sich, als der Tertiärsee der Wetterau entstand, die östliche Fortsetzung dieser Falte tiefer, so dass der Kalkstein bei Hof Hasseleck im Trocknen blieb, während er bei Nauheim mehrere hundert Fuss von Wasser bedeckt war. Man erhält eine Vorstellung von diesem Baue, wenn man das auf den Rücken gestellte Buch an dem einen Ende höher hält als an dem andern. — Eine solche Stellung besass dieses Gebirgsstück schon, als der Usabach in das brackische Aestuarium des Golfes von Alzei*) während der Tertiärzeit einmündete; als er das von Nauheim bis jenseits Münzenberg gelagerte Schuttdelta anhäufte. Auf den Punkt bei Nauheim, der anfänglichen Mündung des Flusses nahe, wurden vorzugsweise grobe Schuttmassen abgeworfen, während im Schutze des als Vorgebirge in jenen See hereinreichenden Johannesberges, gegen Hof Hasseleck hin, zäher feiner Thonschlamm und Tertiär-

*) R. Ludwig Versuch einer geographischen Darstellung von Hessen in der Tertiärzeit. Darmstadt bei G. Jonghaus 1855, Ueber das Vorkommen organischer Reste in den Tertiärablagerungen der Wetterau. 4. Bericht der Oberhess. Gesellschaft u. s. w. Giessen 1854.

kalk (Cerithien- und Litorinellenkalk) die aufgerichteten Schichten mit dichter Bedeckung überzog und eine gleichfalls dicht anschliessende Decke von Thon und feinem Schlamm die nordöstlich in die tiefern Theile des Aestuariums hereinreichende Falte verbarg. Als in den folgenden Zeiten in die Ablagerungen des alten Flussdeltas das jetzige Usabette ausgetieft wurde, ward die Decke von Schutt und Grand gerade am meisten hinweggespült und bis auf 80 bezhgw. 130 Fuss Stärke verjüngt; während beiderseits die thonigen Partien weniger angegriffen in Hügelform stehen blieben; und dieser Umstand erleichterte den Austritt der gasösen Soole gerade hier, indem auf beiden Seiten durch jene Thonpflaster der Ausbruch des Wassers und der Kohlensäure verhindert werden musste.

Das Profil Taf. I. zeigt zwischen Orthocerasschiefer und Stringocephalenkalk die in 72 Grad geneigte Conglomeratbank an, auf welcher die gasöse Soole heraufsteigt. — Diese Conglomeratbank endigt in einem zwischen ihrem Hangenden und Liegenden ausgetieften Graben, der oben mit Tertiärgebirge erfüllt ist. — Die Zeichnung erklärt die Stellung der Bohrlöcher 1, 2, 3, 4, 5, 11, 6, 7 und der Friedrich-Wilhelms-Quelle, zu einander und zu der Soolschicht (dem Conglomerate); ferner die Kluftbildungen zwischen den beiden letzteren Bohrlöchern, endlich versinnlicht sie das Aufströmen der Soole in der Soolschicht zwischen Thonschiefer und Kalk und ihre fächerförmige Vertheilung im Tertiärgrand, sowie ihre Verdünnung durch Meteorwasser.

So lange noch keine Bohrlöcher und Schachtabteufen hier bestanden, ging die Soole durch das Tertiärgestein zu Tage und bildete oberflächlich einen salzigen Sumpf, wie ein solcher bei Wisselsheim sich wieder herstellte, nachdem die dortigen Salzbrunnen meist wieder zugeworfen wurden.

Als die Bohrlöcher No. 1 und 2 niedergebracht wurden, traf man die in verschiedenem Grade durch Meteorwasser verdünnten gesalzenen Wasser in Schichten übereinander an, bis endlich dicht über dem Thonschiefer und dessen Zersetzungsproducten die reichste und wärmste Soolströmung erlangt wurde.

— Die vom Aufsteigungspunkte der Soole (von der Conglomeratbank) am fernsten hinter No. 2 gelegenen Bohrungen 3 und 4 konnten, weil No. 2 alle gasöse Soole absorbirte, keine Quellen mehr liefern; dagegen gab No. 5, dicht auf die Soolschicht herabreichend, das am wenigsten verdünnte, wärmste und gasöseste Salzwasser; es beschränkte aber auch den Ausfluss der Bohrlöcher 1 und 2.

Das Bohrloch No. 7 hatte sich der Soolschicht nur genähert; im Lauf der Jahre durchdrang jedoch die gasöse Flüssigkeit die dünne klüftige Gesteinswand; die Soole ergoss sich in das Bohrloch, worinnen Anfangs nur sehr schwach salziges Wasser stand. Nach längerer Zeit mischte sich die von unten zutretende Soole mit dem Inhalt des Bohrloches, so dass zuletzt im Bohr-Schachte eine gasöse Flüssigkeit stand, und als nunmehr ein Sturmwind, verbunden mit geringem Luftdrucke eine etwas reichlichere Gasentwickelung im Bohrloche erlaubte (es geschah dies in der Nacht vom 21|22. Dezember 1846), floss die Quelle über; anfangs unbeachtet, wohl nur langsam, endlich bei immer zunehmender Gasentbindung rascher, bis sich der grosse Soolsprudel (No. 7) bildete.

Diese Quelle förderte anfänglich das neben dem Bohrloche in das Gestein eingedrungene Salzwasser. Als dieses aber erschöpft war, griff sie die vorher nach No. 5 geströmten Zuflüsse auf, und schnitt den in ihrer Nähe liegenden Quellen die Zufuhr ab. Desshalb beobachteten die damaligen Salinenbeamten die anfängliche Soolmenge von No. 7 zu 90000 Cubikfuss im Tage, welche nach wenigen Monaten schon um $^1/_4$° R. kälter werdend auf 80 bis 81000 Cubikfuss zurückging. Der Sprudel No. 5 ward gleichzeitig salz- und wasserärmer, und auch die Quelle aus Bohrloch No. 2 versiechte, wie oben schon mitgetheilt worden ist.

In dem Bohrloche No. 7 stellte man Versuche an mit einem kleinen an das Bohrgestäng befestigten Stromgeschwindigkeitsmesser, von ähnlicher Einrichtung, wie der Woldemann'sche, nur ohne Zählvorrichtung, dagegen aber mit einem Schlagwerke. Bei jeder Umdrehung des Schaufelrades schlug die

Feder des Schlagwerkes an das Bohrgestänge wider, welche Schläge oben hörbar waren. Die Schläge sind nicht genau gezählt worden, auch liegt keine publicirte Vergleichung der Stromgeschwindigkeiten in verschiedenen Tiefen des Bohrloches vor. In der oberen Tiefe des Bohrloches war die Bewegung am schnellsten; sie nahm angeblich gegen die Mitte des Bohrloches, wo Klüfte im Kalkstein vorhanden sind, ab, und ward wieder rascher an dessen Sohle. — Es ward hierdurch wenigstens constatirt, dass überall im Bohrloche eine Bewegung statt fand, also die Soole in der Tiefe zutritt *). — Ich werde weiter unten nachweisen, dass die Stromgeschwindigkeit an der Sohle der Bohrlöcher weit geringer sein muss, als an der Ausflussöffnung. — Am Boden des Bohrloches geschöpfte Soole war 1 Procent reicher an Kochsalz als die oben ausfliessende und sehr stark mit Kohlensäure imprägnirt; auch zeigte ein mit schlechten Wärmeleitern umgebener in die Tiefe gelassener Thermometer dort eine um mehre Grade höhere Temperatur an als die Soole oben besass **). Es stand sohin fest, dass die Soole mit Kohlensäure im Vereine in der Tiefe des Bohrloches zutrat und in oberer Tiefe durch zudringendes Süsswasser verdünnt wurde.

An dem Zutritte des süssen Wassers trägt theils die mangelhafte Verröhrung des Bohrloches, theils die Zerklüftung des Kalksteines die Schuld. Es wird sich weiter unten erweisen, dass das Bohrloch No. 7 in demselben Verhältnisse zu der Friedrich-Wilhelms-Quelle steht, wie auf manchen Salinen der Wildwasserschacht zum Soolschachte. Für die Saline sowohl, vorzugsweise aber für das Soolbad, ist desshalb dieses Bohrloch von grosser Wichtigkeit; die Verbindung der beiden nebeneinander springenden Sprudel aber erscheint insbesondere für letzteres von unberechenbarem Vortheile.

---

*) C. Bromeis Ueber äussere und innere Verhältnisse der gasreichen Thermen zu Nauheim. Marburg 1851. S. 16.

**) Daselbst.

Die Oeffnung, aus welcher der Sprudel No. 7 anfänglich floss, war 4 Cassler Zoll weit, und kreisrund.

Als das Bohrloch No. 5 durch das No. 11 ersetzt war, bildeten diese beiden Oeffnungen den Quellapparat für Nauheim. Sie standen in solchem Verhältnisse, dass sie folgende Wassermengen liefern konnten:

No. der Bohrlöcher	Fläche der Ausfluss-Oeffnung	Wassermengen in der Minute		Temperatur in Graden nach R.	Salzgehalt an der Soolspindel bei 15° R.
		Frühjahr	Herbst		
	□ Zoll	Cub.Fuss	Cub.Fuss	Circa	Circa
No. 5 . .	15,9	16	12	23,4	2,85 pCt.
No. 7 . .	12,56	55,5	43,75	25,5	3,25 „
	Zus. . . .	71,5	55,75		

oder täglich . . . ca.103000 od. 80,000 Cubikfuss.

Da durch diese beiden Quellen nahe diejenige Soolenmenge, welche in der Nähe Nauheims der Erde abgewonnen werden kann, ausfloss, und nur noch Weniges anderwärts in die Tertiärschichten gelangen konnte, so mussten alle ältern Brunnen in ihrem Umkreise versiechen. — Es blieb in der That nur ein einziger mehrere tausend Fuss entfernt liegender Brunnen, der alte No. 3 auf der Saline im schwachen Ausfliessen; selbst die in der Usa ausgehenden freiwilligen Quellen vergingen. Allerdings konnte noch durch die beiden Kurbrunnen, welche nur sehr verdünnte Soole liefern, das entfernter von den Bohrpunkten aus der Soolschicht in die Tertiärgerölle übergetretene, zu Tage gefördert werden; es unterliegt aber keinem Zweifel: die Kurbrunnen haben nur ihrer entfernten Lage von den Sprudeln ihre Existenz zu verdanken.

Der Quellapparat wurde wesentlich geändert, als am 2. März 1855 die Oeffnung von No. 7 verengert werden musste, von welchem Ereignisse im Verlaufe noch ausführlicher Mittheilung gemacht werden wird, und als die Friedrich-Wilhelms-Quelle zum Ueberfliessen kam.

Als der Sprudel No. 7 durch Zutritt wilder Wasser vor-



übergehend versiechte *), lieferte die Gasquelle No. 11 alsbald eine reichere wärmere Soole in grösserer Menge, sie konnte jedoch bei ihrem geringen Querschnitte nicht das gesammte der Erde an diesem Punkte entspringende Wasser ausgeben, wesshalb denn auch die Kurbrunnen sich bedeutend erhoben, und selbst an Stellen auf der Saline, an denen seit Jahren kein Gas- und Soolausfluss bemerkt wurde, ein solcher zum Vorschein kam. Die Soole suchte ihre längst verlassenen natürlichen Wege wieder auf. Der Sprudel No. 11 gab im Februar 1855 täglich circa 15000 Cubikfuss, den 7. März 17500 Cubikfuss, am 5. März 21000 Cubikfuss, am 8. März 22000 Cubikfuss Soole.

Nachdem der Querschnitt des Bohrloches No. 7 von 12,56 Quadratzoll anf 6,1544 Quadratzoll verengert und die Soole wieder angesogen war, lieferte es in der Minute nur noch 20 Cubikfuss Soole, während es kurz vorher in derselben Zeit noch 45 Cubikfuss ausgegeben hatte. — Die aus dem Sprudel No. 11 ausfliessende Wassermenge nahm nun wieder ab und gleichmässig ging deren Temperatur und Salzgehalt zurück.

Kurze Zeit nachher, als der Sprudel 7 in verjüngtem Maasstabe wieder in Gang gebracht worden war, hatte man das Glück, die Friedrich-Wilhelms-Quelle aus dem bis 616 Fuss Tiefe durch ein vorläufig eingeschobenes, oben etwa 5 Zoll weites Bronzerohr an den Tag zu bringen. Geleitet von der Ansicht, dass aus diesem neuen Quell insofern der Sprudel No. 7 nicht vernichtet werden solle, nur etwa die Wassermenge gefördert werden könne und dürfe, welche der Sprudel 7 jetzt weniger gab, als vorher, schlug ich eine Verengerung des Mundstückes der Friedrich-Wilhelmsquelle auf drei Zoll vor. Das so construirte Bohrloch lieferte bis jetzt ziemlich constant per Minute 35 Cubikfuss bis 36 Cubikfuss Soole von 31° R. Wärme in einem über den Bohrkopf 40 bis 45 Fuss hoch springenden Strahl. Die Ausgabe der Quelle No. 11

*) Dr. Drescher: Der grosse Sool-Sprudel zu Bad Nauheim im Frühjahr 1855. Frankfurt bei F. B. Auffarth 1855. S. 33 ff.

ging auf den alten Stand zurück, und diese drei den nunmehrigen Quellapparat bildenden Bohrlöcher lieferten täglich 98 bis 100000 Cubikfuss Soole, das alte Quantum. Eine Ansicht des Profiles Taf. 1 wird den Quellapparat, den Zusammenhang der drei Ausflussöffnungen daselbst klar machen.

Die Soole, aus der Tiefe auf der Conglomeratschicht herkommend, gelangt am reinsten in die Friedrich-Wilhelms-Quelle, welche bis unten hin eine wasserdichte Leitung besitzt. Im Bohrloche No. 7 findet schon wegen Mangels einer Bohröhre im Kalke eine Verdünnung der Soole statt, jedoch ist es für die Friedrich-Wilhelms-Quelle vortheilhaft, dass No. 7 die eindringenden Meteor- oder wilden Wasser fördert, welche sonst der Tiefe zusinken und die Soole verdünnen würden. Das Bohrloch No. 11 liefert dagegen diejenige Soole, welche aus dem engen No. 7 nicht entweichen kann, verdünnt mit viel wildem Wasser.

Das Bohrloch der Friedrich-Wilhelms-Quelle hat eine lichte Weite von circa 11 Zoll. Das eingelassene Bronzerohr ist in der untern Hälfte 5 Zoll weit, lässt also zwischen sich und der Bohrlochswand einen weiten Spielraum; auch in der oberen Region schliesst die Leitungsröhre nicht wasserdicht an; es kann dieses nie erreicht werden. Desshalb dringen, sobald der Sprudel No. 7 die Meteorwasser nicht mehr fördert, diese in die Friedrich-Wilhelms-Quelle und dämpfen sie.

Da endlich die Bohrlöcher nicht genau in einem auf die Streichungslinie des Gesteines gezogene Perpendikel hinter einander stehen, sondern auf der, als eine geneigt gestellte Tafel zu denkenden, Conglomeratschicht neben und zugleich über einander ankommen, so liefert allerdings No. 7 auch Soole, welche seitlich neben der Friedrich-Wilhelms-Quelle, — No. 11, aber solche, welche neben den beiden tiefer hinabreichenden Bohrlöchern von unten aufsteigend, vorüber gehen kann.

5. Ursachen des Ausbleibens des Sprudels No. 7. im Jahre 1855. Wechselwirkung der drei Sprudel aufeinander.

Ueber das Ausbleiben des Sprudels No. 7 am 2. März 1855 haben Obersteuerrath Ewald *), Dr. Drescher **) und ich ***) s. Z. Bericht erstattet; ich wiederhole hier in Kurzem die Erscheinungen und gebe meine neuesten Beobachtungen hinzu:

Im Dezember 1854, kurz vor Weihnachten, überschwemmte die Usa die Umgebung des Sprudels No. 7. In der Nähe dieses Bohrloches befindet sich der verschüttete Bohrschacht No. 6, und durch diesen drang Wasser rasch in die Tiefe; es war an seiner Stelle eine kleine Einsenkung entstanden. Bei der oben schon geschilderten unsoliden Fassung der Bohrwand No. 7 musste wildes Wasser mit der aufsteigenden Soole vermischt werden. Weil nun, wie ich unten zeigen werde, die der Soole gasförmig entweichende Kohlensäure die Triebkraft für die Fontaine des Sprudels abgiebt, die Kohlensäure aber um so weniger das Bestreben hat, sich aus der Soole zu entbinden, je verdünnter letztere ist, so musste der springende Schaumstrahl des Sprudels durch jenen aussergewönlichen Wasserzugang erniedrigt werden. Die Quelle gab eine weniger als gewöhnlich schäumende, durchsichtigere, kaum 3 Fuss hoch springende Flüssigkeit.

Die Ueberschwemmung ging damals in wenigen Stunden vorüber, in der noch hart gefrornen Erde verseihte nur wenig Wasser und der Sprudel erholte sich allmählig wieder in dem Grade, als die Wildwasserzugänge abnahmen.

Diese Erscheinung war indessen der Vorbote für eine noch folgenreichere. Am 1. März 1855 trat die Usa abermals aus ihren Ufern bis an den Sprudel No. 7 heran. Nunmehr hatte die Erde die Eisrinde verloren, durch das Ereigniss vom 23. De-

---

*) Notizblatt des Vereins für Erdkunde, No. 14. Darmstadt 1855.

**) 1) Der grosse Sprudel zu Bad Nauheim im Frühling 1855 und 2) der neue grosse Sprudel daselbst — Frankfurt bei Auffarth 1855.

***) Die Sprudelquellen zu Nauheim. 5. Bericht der Oberhess. Gesellschaft für Naturkunde. Giessen 1855.

zember 1854 waren die Zuführungswege für Wildwasser in die Tiefe des Bohrlochs angebahnt; es drang vieles Wasser in die Erde ein. Der Sprudel erniedrigte sich am 2. März bedeutend, ward durchsichtig, kalt; seine Soole zeigte nur noch $1^1/_2$ Prozent Salzgehalt, die Wassermenge sank von 45 Cubikfuss auf 35 Cubikfuss per Minute, und gegen 2 Uhr Nachmittags versiechte er gänzlich. Ein betrübender Anblick! — wo kurz vorher sprudelndes Leben war, ein schwarzes ödes Grab. Trauernd umstanden die Bewohner Nauheims den Ort, aus welchem noch kurz vorher für sie und so viele Kranke Heil und Segen entströmte, verzweifelnd an der Möglichkeit der Wiederherstelluug. Nur einige Fanatiker erkannten darin mit Wohlgefallen die Zuchtruthe Gottes.

Der Grund zum Versiechen der Quelle konnte ein zweifacher sein. Entweder hatte, wie 1848 bei Bohrloch No. 5, die schadhafte, zerfressene Eisenröhre dem Drucke der Tertiärgerölle nachgegeben, das Bohrloch war zusammengebrochen, oder die zugetretenen wilden Wasser hatten die Triebkraft des Sprudels, die in den oberen Regionen des Bohrloches gasförmig entwickelte Kohlensäure absorbirt und verhinderten nunmehr, indem sie mit schwerer Last auf der Soole ruhten, die Bewegung der Quelle. — Eingelassene bis 554 Fuss herabreichende Sonden beseitigten die erstere schwerste Befürchtung und erweckten bei mir die feste Ueberzeugung: dass durch Anwendung geeigneter Mittel der Sprudel bald wieder herzustellen sein werde. Anderseits ausgesprochene Hypothesen, welche von meinem verehrten Freunde Dr. Drescher in seiner o. a. Schrift: „Der grosse Salzsprudel zu Bad Nauheim im Frühjahre 1855“ nach Gebühr gewürdigt worden, konnten mir den Muth nicht rauben; doch mussten, da die Leitung der zur Wiederbelebung der Quelle anzuordnenden Maassregeln mir nach meiner dienstlichen Stellung nicht allein oblag, vorher einige Versuche angestellt werden. Ich hatte zur Unterstützung meiner oben mitgetheilten Ansicht folgende Berechnungen angestellt:

Vor dem Ereignisse lieferte der Sprudel No. 7 in der Minute 45 Cubikfuss Soole von 3,25 Procent Salzgehalt. In der



Tiefe war die Soole wie oben angegeben, von circa 4 Procent Gehalt erkannt worden; man taxirte die per Minute gasförmig entweichende Kohlensäure auf 54 bis 55 Cubikfuss.

Da die Soole in der Tiefe salzreicher eintrat, als sie oben ausfloss, so musste wildes Wasser unterwegs Eingang in das Bohrloch finden. Die Quantität dieses verdünnenden Wassers konnte berechnet werden.

Nämlich: 45 Cubikfuss 3,25procentige Soole enthält so viel Salz als 45 $\left(\frac{3,25}{4}\right)$ = 36,56 Cubikfuss 4procentige Soole. — Um letztere in 3,25procentige zu verdünnen, sind 8,44 Cubikfuss Süsswasser erforderlich. So viel betrug also der gewöhnliche Wildwasserzugang in der letzten Zeit, vor dem 2. März 1855. Kurz vor dem Versiechen des Sprudels betrug die Soolmenge per Minute 35 Cubikfuss, ihr Salzgehalt 1,5 Procent. Diese Soole enthielt also 13 Cubikfuss Salzwasser von 4 Procent und 22 Cubikfuss unterwegs zugetretenes wildes Wasser.

Wenn 35 Cubikfuss 4procentige Soole mit 8,44 Cubikfuss Wasser verdünnt per Min. 54 bis 55 Cubikfuss Kohlensäuregas entband, so enthielten 13 Cubikfuss 4procentige ausser der bei einem Atmosphäredruck latent bleibenden etwas mehr als 20 Cubikfuss Kohlensäure; eine Quantität, welche bei einem Atmosphäredrucke in den zutretenden 22 Cubikfuss Wildwasser vollständig gelöst bleiben musste. — Damit war das Movens der Quelle gefesselt, ihr Spiel vernichtet!

Der Salineninspector F. Schreiber hat in seinem Aufsatze: „Der kleine Soolsprudel (Quelle No. 11) und ihre (?) Beziehungen zu dem Versiegen und Wiederheben des grossen Soolsprudels No. 7 und dem Erscheinen der grossen Friedrich-Wilhelms-Quelle zu Nauheim, ein Beitrag zur Kenntniss der Nauheimer Soolquellen" *), die Pumpen und Druckwerke, welche Anfangs zur Wiedererhebung der Quelle in Anwendung kamen, mit vieler Sorgfalt aufgezählt, dabei auch nebenbei erwähnt, dass die Versuche erst alsdann einen Erfolg zeigten,

---

*) Bergwerksfreund Band XVIII, Nr. 43 u. 44. S. 665 u. f.

nachdem die Saugröhre der Pumpe bis unterhalb der Stelle verlängert worden war, an welcher das wilde Wasser leicht Zutritt in das Bohrloch fand *). Der freiwillige Ausfluss der Soole aus den Druckwerken und dem angebrachten Hahne erfolgte wirklich erst, als die Anfangs 30, 60, 80 Fuss lange Saugröhre bis 144 Fuss herabging.

Die Stelle, an welcher die Wildwasserzugänge statt finden konnten, ist allen bekannt, welche die Einrichtung des Bohrloches kennen. Dieses steht von Tage ab circa 80 Fuss in Holzfassung, von 131 Fuss ab in festem schwarzem Marmor, von 80 bis 131 Fuss aber in dem mittelst einer durchfressenen Eisenröhre unvollständig abgeschlossenen Tertiärgerölle. — Zwischen 80 und 131 Fuss fand also das Wildwasser Eingang in das Bohrloch. Die specifisch schwerere Soole steigt, wie ich vermuthete, bis 131 Fuss im Bohrloche auf und hier bildete die mit süssem Wasser verdünnte Soole einen, die Kohlensäure-Entwickelung hemmenden Pfropf. Dieser Pfropf musste durch eine, in dem Bohrloche herabgeschobene Röhre durchsunken werden, wenn die Quelle alsbald und während die Tertiärmassen noch voll Wasser standen, wieder zu Tage gefördert werden sollte.

Nach Erfüllung aller Bedingungen, d. h. nach Einbringung eines bis in die unverdünnte Soole herabreichenden Steigrohres musste der Sprudel wieder kommen. Und er kam wieder!

Die Untersuchung des Bohrloches auf seine Weite ergab, dass bei 130 Fuss Tiefe eine Knickung des Schuhes der eisernen Röhre vorliegt, welche für das einzubringende wasserdichte Kupferrohr nur sehr geringe Dimensionen erlaubt. Der Bohrlochs-Querschnitt ward durch das 320 Fuss lange einge-

*) In meinen v. a. Aufsatze: Die Sprudelquellen zu Nauheim in dem 5. Jahresberichte der Oberhess. Ges. f. Naturk. Giessen 1855, S. 45 habe ich den Hergang und die Methode der Versuche beschrieben. Es kam dabei, wie ich die Sache ansehe, weniger auf die Art der angewendeten Pumpe, als auf die richtige Erkenntniss der Ursachen an, welche der Erscheinung zum Grunde liegen.



schobene dünnwandige Kupferrohr von 4″ auf $2^8/_{10}$ Zoll Durchmesser, d. h. von 12,56 □″ auf 6,1544 □″ herabgebracht; die ausfliessende Wassermenge musste also voraussichtlich viel geringer sein als vor dem Ereignisse.

Während sich die Querschnitte der Oeffnungen vor dem 2. März 1855 und nach der engen Verröhrung wie 100 : 49 verhalten, ist das Verhältniss der ausfliessenden Wassenmengen nun wie 45 : 20 = 100 : $44^4/_9$; die engere 320 Fuss lange Röhre setzt sohin dem ausfliessenden gasösen Wasser grössere Widerstände entgegen, als die weitere.

Weil die 320′ lange Kupferröhre die Tagewasser tiefer herab zu gehen nöthigte, als es die zerfressene eiserne Röhre vermochte, so steigerte sich die Wärme und der Salzgehalt des ausfliessenden Wassers, und damit nahm die Sprunghöhe zu.

Den 16. April 1855 ward der grosse Sprudel No. 7 wieder belebt; den 15. Mai d. J. Abends 7 Uhr kam aus dem Bohrloche 12 der neue Riesensprudel dazu, welcher nach der genehmigten Bitte des Nauheimer Magistrates den Namen Sr. K. Hoheit des Kurfürfen, Friedrich Wilhelms-Quelle, trägt.

Von diesem Moment an wurde eine Wechselwirkung der drei nahe zusammenliegenden Sprudel auf einander bemerkbar, welche sich durch folgende Tabelle verdeutlichen lässt:

Gelieferte Soolmenge in der Minute am	Sprudel						Friedrich-Wilhelms-Quelle		
	No. 11 von 15,9 □″ Oeffnung.			No. 7 von 6,15 □″ Oeffnung.			von 7,065 □″		
	Cass. CF.	Wärme	Salzgehalt	Cass. CF.	Wärme	Salzgehalt	Cass. CF.	Wärme	Salzgehalt
		R.	pCt.		R.	pCt.		R.	pCt.
20. Mai 1855 . .	16,2	23°	2,85	21,5	26°	2,9	40,3	30½°	4,4
1. Juni „ . .	14,0	23°	2,75	20,8	27°	2,9	43,0	31°	4,5
15. Juli „ . .	12,3	23°	2,60	20,8	27°	2,9	42,0	31°	4,4
9. Sept. „ . .	9,0	23°	2,50	15,3	27°	2,9	38,0	30°	3,8

Man sieht, wie die Wassermenge und der Salzgehalt (und damit gleichzeitig die Sprunghöhe) der Friedrich Wilhelms-Quelle abnahmen; die Quelle No. 7 blieb im Gehalte zwar gleich, verlor aber an Quantität; der Gassprudel No. 11 verlor Wassermenge und Salzgehalt.

Für diese Erscheinung habe ich folgende Erklärung: Als die Winter- und Frühjahrfeuchtigkeit in der Erde im Laufe des Sommers allmählig schwand, indem die eingesickerten Winterwasser schon grossen Theils von den Quellen gefördert waren und die während der heissen Jahreszeit fallende Regenmenge rascher wieder in der Atmosphäre aufgelöst wurde als sie in die Tiefe einzudringen vermochte, so nahm auch die aus den Sprudeln fliessende Wassermenge ab. Wären die Querschnitte der Ausflussöffnungen der drei Quellen im richtigen Verhältnisse zu der verringerten Wasserquantität gewesen, so hätte jeder Sprudel zwar weniger Soole, aber doch von gleichbleibender Güte geliefert. Da diese Querschnitte aber bei der Friedrich Wilhelms-Quelle zu gross, bei No. 7 zu klein waren, so trat folgende Störung ein: Zuerst ward derjenige Antheil Soole, den das zu enge Bohrloch 7 nicht fördern konnte und welcher desshalb in den Haarspalten des Gesteines nach oben dringend, aus dem flachern aber weiten No. 11 entwich, vermindert; dadurch sank No. 11 an Gehalt und Quantität zurück auf die seinem Standpunkte angemessene Soolausgabe. Alsdann nahm No. 7 an Wassermenge ab, weil die tiefer herabreichende, mehr Kohlensäure gasförmig entwickelnde, daher an Sprung- und Saugkraft stärkste Friedrich Wilhelms-Quelle, aus ihrer zu weiten Oeffnung mehr Soole auswarf, als sie an ihrem unteren Röhrenende während der wasserärmeren Jahreszeit antraf. Sie sog Soole aus ihrem Umkreise aus höheren Schichten an und verminderte dadurch die Soolzuflüsse für No. 7. Diese aus höheren Schichten entnommene Soole ist aber kälter und salzärmer, bindet daher mehr Kohlensäure: die Sprunghöhe, der Salzgehalt und die Wärme der Friedrich Wilhelms-Quelle sanken desshalb zurück.

Weitere Beweise über den Zusammenhang der Bohrungen

7 und 12 lieferte ein Vorfall in der Nacht vom 10. auf den 11. November 1855.

Auf Befehl der obern Bergbehörde zu Cassel wurden am 10. November von einigen Salinenbeamten Versuche an der Friedrich-Wilhelms-Quelle vorgenommen, in deren Folge sehr beträchtliche Quantitäten entgaste Soole in der nächsten Nähe der beiden Sprudel vergossen worden waren. Der Schacht der Friedrich-Wilhelms-Quelle hatte sich mit Soole angefüllt. In der Nacht blieb der Sprudel No. 7 aus, die Friedrich-Wilhelms-Quelle verringerte ihre Sprunghöhe auf ca. 15 Fuss und gab ein $26,5^0$ R. warmes 3,6 pCt Salz haltendes Wasser.

Von dem Salineninspector F. Schreiber ward alsbald und in Anwesenheit vieler Nauheimer Bürger und fremder Schaulustigen die Ansicht ausgesprochen, „die Quellen seien aus Wassermangel ausgeblieben.“ — Ich bekämpfte diesen nach meiner Ueberzeugung unwissenschaftlichen Satz aus folgenden Gründen:

Am 10. November Nachmittags lieferten

1. Die Fr.-Wilh.- in der Minute
Quelle . . . . 38,3 CF. Soole von 30^0R. Wärme u. 3,8 pC. Salz
2. Der Sprudel
No. 7 . . . . 15,0 „ „ „ 27^0 „ „ „ 2,9 „ „
Beide Qu. zus. . 53,3 CF. oder in 24 Stunden 76752 Cub.Fuss.

Am 11. November Morgens gab erstere Quelle nur in der Minute 28,5 Cubik-Fuss $26^1/_2{}^0$ warme 3,6 procentige Soole, auf 24 Stunden berechnet 41040 C.-F.; es fehlten sohin 35712 C.-F. Soole. Soviel Wasser konnte ohne einen ganz absonderlichen Unfall, der hier nicht vorlag, über Nacht nicht verschwunden sein. Wäre No. 7 allmählich schwächer und schwächer geworden, während die Friedrich-Wilhelms-Quelle in alter Grösse verblieb, so hätte ich mir jene Ansicht gefallen lassen, so aber musste sie in Anbetracht der bereits oben entwickelten Grundsätze über Quellbildung im Allgemeinen, und der vorliegenden Erfahrungen über die nächst Nauheim ausquellende Soolmenge insbesondere durchaus naturwidrig und somit verwerflich erscheinen.

Ich erklärte den Hergang folgender Maassen. Nachdem das in Menge in der Nähe der Sprudel verschüttete Salzwasser in den Tertiärboden eindrang, dabei Kohlensäure und doppelkohlensaure Salze verlor, gelangte es in die Region, in welcher das Bohrloch No. 7 undicht ist. Es drang in dieses Bohrloch ein, sank bei seiner Schwere innerhalb des $^1/_2$zölligen Spielraumes zwischen der eisernen Bohrlochswand und dem eingeschobenen Kupferrohre herab, vermischte sich mit der Soole, deren Kohlensäure es absorbirte und nun konnte bei gefesselter Treibkraft No. 7. nicht mehr überfliessen; der Sprudel versiechte*). Da aber die Bohrlöcher 7 und 12 communiziren (v. o. Quellapparat zu Profil Taf. I.), so strömte die am Ausfluss aus No. 7. verhinderte Soole auf den der Friedrich-Wilhelms-Quelle zu geneigten Schichtungsflächen in diese Quelle herein, zog sich in dem Zwischenraume zwischen der Bohrlochswand und dem Steigrohre herab und ward gefördert, wodurch naturgemäss eine Verringerung der Sprunghöhe und Quellausgabe statt finden musste*). — Wäre, was die Absicht war, glücklicher Weise aber durch Festgerostetsein des engen 3zölligen Mundstückes verhindert worden war, am 10. November die Ausflussöffnung der Friedrich-Wilhelms-Quelle auf 5 Zoll erweitert worden, so würde der Sprudel No. 7 gänzlich vernichtet und die so grossartige Friedrich-Wilhelms-Quelle in jeder Beziehung an Bedeutung und Werth sehr herabgebracht worden sein. — Ich konnte Angesichts aller Umstände, trotz vielseitigen Widerspruches, mit Ueberzeugung die Ansicht aussprechen: dass sobald die Quelle No. 7 wieder in Gang gebracht, die mehr verdünnte Soole aus der Oberfläche fördern würde, sich die Sprunghöhe, der Salzgehalt und die Wärme der Friedrich-Wilhelms-Quelle alsbald von selbst wieder heben müsse.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass die Friedrich-Wilhelms-Quelle während des Stillstandes von No. 7 einige

*) Vergl. besonders auch Dr. Drescher in No. 300 (1855) des Frankfurter Conversationsblattes zur Post-Zeitung.



Mal getrübt ausfloss, wahrscheinlich weil das aus No. 7. zutretende Wasser den Inhalt einer Kluft in ihr Bohrloch hereingespült hatte.

Die nach dem Ereignisse vom 11. November ergriffenen Mittel zur Wiederansaugung von No. 7 waren die gewöhnlichen. Sobald die Pumpe $1^1/_2$ Stunde lang gewirkt und die verdünnte Soole gefördert hatte, floss der Sprudel 7 wieder über. Anfänglich schwach, mit glashellem, wenige grosse Gasblasen entwickelndem Wasser, aber immer stärker und stärker werdend, bis er nach Verlauf einiger Tage wieder in demselben Stadium wie kurz vor dem Unfalle stand. Die Friedrich-Wilhelms-Quelle erholte sich, gleichen Schritt mit No. 7 haltend, wie ich es vorausgesagt hatte.

Zum Beweise dass nur eine Störung im Quellapparat, hervorgerufen durch Unvorsichtigkeit bei der Ausführung jener Versuche an der Friedrich-Wilhelms-Quelle, keineswegs aber Wassermangel in der Tiefe die Ursache des Ausbleibens von No. 7 und der damit im Zusammenhange stehenden Erscheinungen war, mögen noch folgende Cubizirungen dienen.

Datum der Beobachtung.	Barometerstand.	Quelle No. 11.	Quelle No. 7.	Quelle No. 12 Fr. W. Sprudel.
		Soole in 1 Minute	Soole in 1 Minute	Soole in 1 Minute
1855	Par. Z.	Cub. F.	Cub. F.	Cub. F.
10. Novbr.	335	nicht beobachtet	15	38,30
11. „	335,5	„	versiecht	28,50
12. „	335,0	„	angepumpt	34,75
13. „	333,0	„	12,28	36,90
15. „	334,0	„	14,77	37,30
16. „	335,5	„	15,30	37,30
22. „	334,5	9	14,77	37,40
26. „	335,0	unterdr. u. gereinigt	13,80	35,40
5. Dezbr.	328,5	„	14,99	35,40
7. „	324,5	„	17,40	35,40
10. „	333,0	angepumpt	14,99	35,40
18. „	335,0	12,2	15,30	35,40
24. „	334	12,2	14,99	35,40
31. „	334	nicht gemessen	14,07	35,40

So eben *), als ich vorstehendes niedergeschrieben hatte, wird mir angezeigt, dass der Sprudel No. 7 sehr schwach überfliesse. Ich eile ihn zu betrachten.

Während dem ich die kurze Strecke von meiner Wohnung nach den Sprudeln zurücklegte, hatte No. 7 abermals aufgehört aus dem Bohrloche überzusteigen. Am 1. Januar und selbst frühmorgens am 2. stieg er noch unverändert 6 bis 7 Fuss hoch auf.

Am 3. Januar 1856 war Thauwetter eingetreten, auch gegen Abend etwas Regen; es konnte aber doch nicht wohl angenommen werden, dass so gewöhnliche Dinge das so plötzlich eingetretene Ausbleiben veranlasst hätten. Bei Untersuchung der Umgebungen des Sprudels fand ich folgenden Thatbestand. Die für gewöhnlich zur Ableitung des Wassees der Friedrich-Wilhelms-Quelle dienende Röhrenleitung war durch Quellsinter verstopft und bedurfte der Reinigung, weshalb der Salinenbetriebsbeamte die Soole dieser Quelle in einen an der Oberfläche gestochenen Graben nach den tiefangelegten Abzugscanälen hinfliessen liess. — Dieser Graben, unzweckmässig angelegt, fiel in der Nacht vom 1. auf den 2. Januar theilweise zu, die Soole staute sich, drang rückwärts, und erfüllte den Schacht um die Friedrich-Wilhelms-Quelle fast bis an den Rand. — Daraus mussten nothwendig dieselben Folgen wie am 11. November 1855 erwachsen; wirklich sprang auch diese Quelle schon kurze Zeit nach dem Verschwinden von No. 7. beträchtlich (15 bis 16 Fuss) niedriger als vorher.

Die Saugröhre der Pumpe ward alsbald in das Bohrloch No. 7 eingehängt und nach wenigen Stunden Arbeit floss die Quelle wieder schwach über. Während des Pumpens beobachtete ich wiederholt den Stand des Wassers im Schachte der Friedrich-Wilhelms-Quelle und fand ihn in fortwährendem Sinken begriffen. Als dieses Wasser fast vollständig verschwunden, also durch das 34 Fuss entfernt liegende Bohrloch No. 7 ausgepumpt worden war, begann auch No. 7

*) Den 2. Januar 1856 Morgens 9 Uhr.



wieder zu fliessen. Anfänglich war die Soole durchsichtig mit wenig Kohlensäure, $26^{1}/_{2}{}^{0}$ R. warm 2,9procentig; die Schaumsäule erholte sich jedoch nach 2 Tagen wieder und die Friedrich-Wilhelms-Quelle stieg ebenfalls bald wieder hoch auf.

Auch dieser Unfall bestätigt wieder meine öfters ausgesprochene Ansicht über das Wesen der Nauheimer Quellen; er erweisst ausserdem, dass auch entgaste Soole in ein Bohrloch eindringend das Spiel der Quellen unterbrechen kann. Denn diese Soole besitzt ebenfalls die Eigenschaft, Kohlensäure zu absorbiren und es darf nur eine entsprechende Menge gasfreier Soole an irgend einer Stelle eines Bohrloches, dessen gasösem Inhalte zugemischt werden, um den Ausfluss des Sqrudels durch Verhinderung der Kohlensäureentbindung zu unterbrechen.

Im Laufe des Monats November 1855 ward mit dem Sprudel No. 11 ein kleiner Versuch vorgenommen, um dessen etwaige Rückwirkung auf No. 7 festzustellen. Zu dem Behufe ward das Bohrloch No. 11 durch ein Aufsatzstück von 2,4 Quadratzoll Querschnitt verengert. Die Quelle, welche kurz vorher bei 15,9 Quadratzoll Oeffnung 9 Cubikfuss Soole per Minute lieferte, gab nach Aufsetzung des kurz conischen Mundstückes nur 4 Cubikfuss in einem mehr als Fuss hoch springenden Strahle. Diese plözliche Dämpfung ertrug jedoch die Quelle nicht, sie blieb in der Nacht nach Aufsetzung des Conus aus, wahrscheinlich wohl, weil das aus dem nahen Usabette in die Tiefe dringende Süsswasser nicht in hinreichender Menge gefördert wurde und darauf die Soole in der Tiefe zu sehr verdünnte. Da durch gänzliches Verstopfen der Quelle 11 der beabsichtigte Zweck noch vollständiger, als bei nur gemässigtem Ausflusse erreicht wurde, so nahm man diese Gelegenheit wahr, die Bohrlöcher zu reinigen, und liess die Quelle vom 25. November bis zum 10. Dezember, also fünfzehn Tage lang, ruhen.

Durch die Dämpfung von No. 11, welche täglich circa 13000 Cubikfuss Soole geliefert hatte, ward indessen der Gang von No. 7 nicht wesentlich geändert. Wäre der dem Salzgehalte von No. 7 entsprechende Antheil Soole von No. 11 in

No. 7 zurückgedrängt worden, so hätte dieses Bohrloch unterdessen in jeder Minute 7,7 Cubikfuss Soole mehr geben müssen, die oben eingeführte Tabelle zeigt aber für No. 7 keine beachtenswerthe Zunahme, die vom Barometerstande abhängigen Schwankungen abgerechnet, vor, bei und nach dem Stillstande von No. 11. —

Die Soole, welche aus No. 11 hätte ausgehen müssen, vertheilte sich indessen in den Tertiärschichten und versah etwa nach vier Tagen das 390 Meter (= circa 1350 Fuss) von No. 11 südlich liegende Kurbrunnenbohrloch (16,5 Meter tief) und das nicht viel weiter entfernte 26 Meter tiefe Salzbrunnenbohrloch mit 1 bis 2 Grad R. wärmerer und reichlicherer Soole. Diese beiden Quellen waren dadurch in stark aufschäumende kleine Sprudel umgewandelt worden.

Nachdem No. 11 wieder ausfloss, nahm die Quantität und Qualität genannter Trinkquellen wieder ab, der Salzbrunnen blieb sogar einige Tage später zeitweise aus, als die Quantität der aus der gereinigten Quelle No. 11 ausfliessenden Soole von 9 auf 12 Cubikfuss per Minute gestiegen war.

Alle diese Vorgänge, alle diese Beobachtungen bekräftigen meine oben gegebenen Ansichten über den geologischen Bau der Umgegend von Nauheim und die Einrichtung des Quellapparates.

6. Chemische Analysen der Nauheimer Sprudel. — Woher beziehen sie ihre mineralischen Bestandtheile und die Kohlensäure? — Quellsinter.

Von den älteren Nauheimer Salzbrunnen existiren mehrere Analysen von Apotheker Ringk, die Sprudel 1, 2, 5 und 6 hat Bunsen*) analysirt, die Sprudel 7 und 11, sowie die drei Trinkbrunnen C. Bromeis**), die Friedrich Wilhelms-Quelle der Salineninspector Avenarius***). Zu letzterer Analyse

---

*) Bode's o. a. Badeschrift.

**) Jahresbericht der Wetterauer Gesellschaft 1848. Der grosse Soolsprudel zu Nauheim.

***) Otto Weiss v. a. Schriftchen.



habe ich die von Avenarius versäumte Bestimmung der bei einem Atmosphäredruck in der Soole gelösten (der sogenannten freien) Kohlensäure hinzugefügt.

Von den älteren Analysen gebe ich nur die des Salzbrunnens No. 3, von den neuern die des Sprudels 5, 11 und 7, und die der Friedrich-Wilhelms-Quelle.

	Salzbrunnen No. 3 nach Ringk	Sprudel 5 nach Bunsen	Sprudel 11 nach C. Bromeis	Sprudel 7 nach C. Bromeis	Friedr. Wilh. Quelle nach Avenarius
Temperatur in Grad R.	18°	27°	23,4°	26°	31°
Specifisches Gew. bei 15° R.	1,02202	1,02345	1,0186	1,0213	1,03013
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
Chlornatrium	2,685	2,7055	1,98500	2,3600	3,45683
Chlorkalium	—	Spur	0,02700	0,0524	0.01996
Chlorkalzium	0,280	0,2258	0,17341	0,1935	0,28600
Chlormagnesium . .		0,0368	0,03486	0,0339	0,05123
Brommagnesium . .	—	Spur	0,00110	0,0010	0,00095
dopp. kohlens. Kalk .	0,130	0,2213	0,18410	0,2133	0,23770
d. k. Eisenoxydul . .		0,0013	0,00378	0,0066	0,00511
d. k. Manganoxydul .		0,0008	0,00092	0,0020	Spur
Schwefelsaurer Kalk .	0,003	0,0070	0,01092	9,0052	0,00577
Kieselerde	—	0,0002	0,00135	0,0021	0,00252
Arseniks. Eisenoxydul	—	—	Spur	Spur	Spur
Organ. Substanz . . .	—	Spur	—	Spur	Spur
Sa. der festen Bestandt.	—	3,1982	2,42244	2,8700	4,06607
Freie Kohlensäure .	viel	0,1065	0,16831	0,0928	0,05020
Wasser	—	96,6953	97,40925	97,0372	95,88373
	—	100,0000	100,00000	100,0000	100,00000

Die Bestandtheile der Quellen sprechen überzeugend für die Ansicht, dass sie alle aus einer und derselben Soolschicht abstammen und unter gleichen Umständen erzeugt werden. Die tiefer erbohrten Quellen zeichnen sich durch grösseren Salzreichthum aus. Nur No. 5 macht davon eine Ausnahme, was mich veranlasst anzunehmen, dieses Bohrloch habe bis nahe auf die, zwischen Orthoce-

rasschiefer und Stringocephalenkalk stehende Soolschicht herabgereicht. — Es war dieses eine der Stützen meiner Voraussetzungen über den geologischen Bau des Quellterrains, welche sich zu meiner Freude durch die neueste Bohrung bestätigt haben.

Das Gewicht der freien Kohlensäure in den verschiedenen Flüssigkeiten steht in gewissen Beziehungen zum Salzgehalte und der Wärme, mit deren Zunahme es sich vermindert; No. 5 bildet auch hier eine Ausnahme, doch ist die Abweichung nur gering.

Die in 72° geneigte Soolschicht (Taf. I) ist der Weg, auf welchem das hocherwärmte, gazöse Salzwasser aus der Tiefe heraufsteigt. Welchen chemischen Processen das Wasser seine mineralischen Bestandtheile verdankt, welche Bestandtheile früher, welche später zugemischt werden, ob die Kohlensäure in grösserer Tiefe, an andern Orten als die Chlorverbindungen zutreten? — wer vermag diese Fragen genügend zu beantworten? — Die doppelt kohlensauren Salze nimmt die Soole wahrscheinlich im kalkhaltigen Conglomerate auf, oder sie werden ihr zugeführt, indem kohlensäurehaltige Meteorwasser den Kalkstein durchsickernd Kalkbicarbonat u. s. w. ausziehen: sie sind also die jüngsten im Bunde.

Die devonischen Schichten sind im gesalzenen Meer gebildete Sedimente, wie die Corallenbildungen des Stringocephalenkalkes überzeugend lehren; in andern Welttheilen hat man Steinsalz als Niederschlag aus Meerwasser in der sogenannten Uebergangsformation im Silurischen kennen gelernt *), es könnten sohin auch hier noch Reste ehemaliger zumeist ausgelaugten Salzthones in einer Falte des Devonischen zurück geblieben, das Chlornatrium liefern. — Doch können auch andere verwickeltere chemische Prozesse, als der einfache der Auslaugung, an der Erzeugung der Chlorverbindungen Antheil haben, wie ich an einem andern Orte **) weiter ausführte. Chlor

*) Naumann Lehrbuch der Geognosie. Band II. S. 306 u. ff.

**) Bode's o. a. Schrift, S. 44 u. Wachsen der Steine: Abschnitt Wärme, S. 81 u. ff., Chemische Thätigkeit des Wassers S. 137 u. ff.



in den Tiefen der Erde durch die, die Vulcanizität ursächlich bedingende Erdwärme abgeschieden, in höheren Regionen die im Thonschiefer vorhandenen Albite zerlegend, kann möglicher Weise die Veranlassung zur Bildung des Chlornatriums, Chlorkaliums, Chlorkalziums und Chlormagnesiums sein.

Es mag bei diesen hypothetischen Ansichten über den Ursprung der Chlorverbindungen, welche noch durch viele andere vermehrt werden können, sein Bewenden haben; wichtiger ist für diese Quellbildung die Kohlensäure, die sie in so beträchtlicher Menge liefern und der sie ihr Sein verdanken.

Die Kohlensäureentwicklung steht, wie weiter unten bei Beschreibung der Kissinger Sprudel erhärtet wird, oft in Verbindung mit dem Auftreten kohlensaurer Kalkflötze; es ist desshalb nicht unwahrscheinlich, dass chemische Prozesse aus dem Kalke die Kohlensäure abscheiden. O. Volger *) weisst nach, dass so viele krystallinische Gesteine der Alpen aus der Umwandlung des sedimentären kohlensauren Kalkes hervorgegangen sind; — aus Carbonat ward Silicat; — G. Bischoff **) theilt mit, wie bei verhältnissmässig geringer Wärme die Kieselerde die Kohlensäure aus dem Kalkcarbonat abscheidet. — Ich halte es daher für sehr wahrscheinlich, dass auf solchem Wege, wodurch der devonische Kalk allmählig in Schalstein ***) umgeändert wird, oder wodurch er in Kieselschiefer, Jaspis und Hornstein übergeht, die Kohlensäure für sämmtliche Säuerlinge der Wetterau und auch die für die Nauheimer Sprudel aus dem Kalksteine freigemacht wird.

Die Basalte des Nauheim nahen Wetterthales erscheinen als weither über die Tertiärgesteine geflossene Lavaströme †),

---

*) Die Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmer-Familie u. s. w. Zürich bei Schulthess 1855.

**) Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Bonn bei Ad. Marcus.

***) Der Schalstein (Variolit) des Lahnthales enthält zuweilen noch gut erhaltene Versteinerungen, ist also kein vulkanisches Erzeugniss.

†) R. Ludwig v. a. geologische Karte der Section Friedberg.

sie haben keinen Antheil an der Kohlensäureentwicklung und der Nauheimer Quellbildung.

Die Nauheimer Soolen kommen als vollkommen klare Flüssigkeit aus dem Schoose der Erde. Die kälteren gasreicheren trüben sich erst nach längerer Zeit, nur die Friedrich Wilhelms-Quelle wird beim Erkalten rasch trüb von ausgeschiedenem Kalkcarbonat und Eisenoxydhydrat, wahrscheinlich weil sie am wenigsten Kohlensäure latent macht. — Alle diese Soolen setzen aber an der Luft fortrinnend Eisenoxydhydrat reichlich ab und bilden sogar Kalkstein und Dolomit, sobald Diatomeen und Conferven in ihnen wachsen*). — Es ist ein grosses Vergnügen, an den offenen Soolleitungen zu sehen, wie unzählige kleine Pflänzchen das Kalkcarbonat ausfällen, indem sie das Bicarbonat zerlegen und wie sie zugleich die aufgesogene Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff zersetzen, den ersteren in ihr Gewebe bergend, den andern in Millionen Perlen zum Nutzen der Thierwelt ausstossend.

7. Die Kohlensäure in den Nauheimer Sprudeln als Movens.

Die Soole der Friedrich Wilhelms-Quelle, die concentrirteste, erscheint mir als diejenige Zusammensetzung, wie sie in den Tiefen der Erde erzeugt wird, und desshalb reduzire ich bei den folgenden Berechnungen alle verdünnten Soolen auf sie.

Sobald die Soole in der Conglomeratschicht aufwärts steigend mit von oben einsickerndem Meteorwasser zusammentrifft, wird sie verdünnt und gleichzeitig abgekühlt. Sie erlangt dadurch eine grössere Absorbtionsfähigkeit für Kohlensäuregas; denn es ist bekannt, dass die Fähigkeit eines Fluidums Kohlensäure aufzunehmen, abgesehen vom Drucke, abhängig ist von der Temperatur und dem Salzgehalte.

Da die verschiedenen Nauheimer Soolen aus einer Normal-Soole in verschiedenem Grade verdünnt durch meteorisches

*) R. Ludwig und G. Theobald: Ueber die Mitwirkung der Pflanzen bei der Bildung des kohlensauren Kalkes. Poggendorfs Annalen 1852.

Wasser bestehen, so darf behauptet werden, dass sie alle ursprünglich gleiche Mengen Kohlensäure enthalten, dass sie aber je nach dem Grade ihrer Verdünnung bei ihrem Austritte aus den Bohrlochsöffnungen verschiedene Quantitäten kohlensaures Gas an die Atmosphäre abgeben. — Da die direkte Bestimmung der gasförmig entweichenden Kohlensäure bei den Nauheimer Sprudeln nur mittelst sehr kostspieliger Apparate ausführbar ist, so musste ich dieselbe unterlassen. Bei dem kleinern No. 5 hat jedoch R. Bunsen genau und sorgfältig die Kohlensäureexhalation ermittelt; ich kann sie hiernach für die übrigen Sprudel annäherungsweise berechnen. Bunsen *) fand, dass mit 12,6 Cubikfuss Soole 15,006 Cubikfuss bei 0^0 oder 16,6 Fuss bei 33^0 und 28 Zoll Quecksilber gasförmige Kohlensäure d. i. = 1,33 Volum der Soole ausflossen.

Ich habe bei der Reduction der gewogenen Kohlensäure auf das Volum folgende Sätze benutzt:

1 Cubikdezimeter Kohlensäure wiegt bei 0^0 Cels. nur 0,76 Meter Barometerstand = 1,96918 Gramm, bei jedem Grad Cels. zwischen 0 und 100 dehnt sich die Kohlensäure um 0,00366 ihres Volums aus.

---

*) G. Bischof: Chem. Geologie S. 282. I. Bandes. Die daselbst stehenden Zahlen, wornach in der Minute 14995 bis 15006 Cub. F. Kohlensäure von 0^0 der Quelle entströmt sein sollen, berichtigen sich als Druckfehler, wenn man die gleichzeitig angemerkte Jahresquantität auf 1 Minute reduzirt, es soll heissen $14\frac{995}{1000}$ bis $15\frac{006}{1000}$ Cub. F. pr. Minute.

	Sprudel No. 5.	Sprudel No. 11.	Sprudel No. 7.	Fr. Wilh. Quelle.
Temperatur in Grad Cels.	33,758	29,25⁰	33,10⁰	38,75⁰
Spezifisches Gew. bei 15⁰ R.	1,02345	1,0186	1,0213	1,03023
Feste Bestandtheile	3,1982	2,42244	2,87	4,06607
Freie Kohlensäure bei einem Atmosphäredruck an die Soole gebunden in Volumina	0,622 Vol.	0,940 Vol.	0,533 Vol.	0,299 Vol.
Die innerhalb einer Minute geförderte Soolmenge enthält:				
1. Soole vom Reichthum der Fr. Wilh. Quelle	9,9 C. F.	7,2 C. F.	14,1 C. F.	43 C. F.
2. Meteorwasser	2,7 „	5,0 „	5,9 „	43 „
a) Soole per Minute . . .	12,6 C. F.	12,2 C. F.	20,0 C. F.	43 C. F.
3. Bei einem Atmosphäredr. gebundene Kohlensäure (freie der Chemiker) . .	7,84 C.F.	11,47 C. F.	10,66 C. F.	12,86 C. F.
4. Gasförmig entweichende	16,80 „	5,69 „	23,00 „	90,12 „
b) Zusammen Kohlensäure per Minute	23,64 C.F.	17,16 C. F.	33,66 C. F.	102,98 CF.
Auf jeden Cub. F. Soole von der Zusammensetzung der Fr. Wilh. Quelle bei 33,75⁰ C.	thut bei (2,388 CF.)	(29,25⁰) (2,384 CF.)	(33,1⁰) (2,387 CF.)	(38,75⁰) (2,395 CF.)
1 Volum Soole bindet in der Tiefe des Bohrloches Volumina Kohlensäure . . .	1,88	1,40	1,68	2,39
In der Minute entweichen Kohlensäure und Wasser	29,4 C. F.	17,82 C. F.	43,00 C. F	133,12 CF.
Querschnitt der Oeffnungen	12,46 □″	15,9 □″	6,15 □″	7,065 □″
Geschwindigkeit d. entweichenden Schaumes per Secunde	5,66 Fuss	2,69 Fuss	16,78 Fuss	45,22 Fuss
Sprunghöhe der Quellen .	2 bis 3′	9 bis 12 Zoll	8 bis 10′	38 bis 44′

Das Absorbtionsvermögen salzhaltigen Wassers für kohlensaures Gas ist noch nicht experimentell ermittelt, es lässt sich jedoch aus dem Verhalten der Kohlensäure gegen reines Was-

ser schliessen, dass die Soole unter höherem Drucke mehr Gas aufnehmen könne, als bei dem einer Atmosphäre. Dass dieses wirklich so ist, beweisst ein Vorfall, welcher während des Abteufens des Bohrloches zur Friedrich Wilhelms-Quelle vorkam. — Nach Anbohrung der Soolschicht bei 616 Fuss Tiefe brachte man mit einem Soolschöpfer die gasöse Soole jener Schicht zu beliebigen Versuchen an die Oberfläche der Erde. Der Soolschöpfer bestand aus einem $^3/_4$ Zoll dicken Guss-Messing (dem Cylinder eines alten Sooldruckwerkes) vorgerichteten Gefässe, welches mit Luft erfüllt in das Bohrloch herabgelassen, erst unten geöffnet und mit Soole gefüllt ward. Da das Bohrloch mit circa 600 Fuss Wasser erfüllt war, eine 32 Fuss hohe Wassersäule aber einen der Atmosphäre unserer Erde gleichen Druck ausübt, so lastete auf der Soolschicht ein Druck von $19 + 1 = 20$ Atmosphären. — Aus dem heraufgezogenen Gefässe entwich, indem sich dessen Ventil öffnete, schon während des Heraufziehens in den obern Regionen des Bohrloches Kohlensäure mit zischendem Geräusche. An der Oberfläche angekommen, durchbrach aber das entfesselte Gas die Poren des Metalles und machte das Instrument zu weiteren Versuchen unbrauchbar. — In der Tiefe bei 20 Atmosphäredruck bildeten also Soole und Kohlensäure eine homogene Flüssigkeit; unter geringerem Drucke dehnte sich die Kohlensäure aus, entwich, Wasser mit sich reissend, durch die Wände des Gefässes und das geöffnete Ventil mit ungeheurer Gewalt.

Man kann sich denken, dass die compressibele Kohlensäure bei höherem Drucke dichter zusammengepresst, in den zwischen den Atomen des Wassers befindlichen Räumen, vorhanden ist, sich bei niederer Belastung wieder ausdehnt und aus den zu eng gewordenen Behältern entweicht.

Ferner ist allgemein bekannt, dass die vom Wasser absorbirte Kohlensäure auf Zusatz von Säuren und Salzen und durch Erwärmung zum Theil oder vollständig ausgetrieben werden kann. Es lässt sich diese Thatsache durch die Annahme erklären, dass die in den Poren zwischen den Wasseratomen vorhandene Kohlensäure durch die hinzukommenden Salzbestand-

theile oder bei Erwärmung durch das gebildete Wassergas verdrängt werde.

Ein Blick auf die letzte Tabelle überzeugt, dass reichere, wärmere Soole ein geringeres Absorbtionsvermögen für Kohlensäure besitzt, als ärmere, kältere. Da nun in den Tiefen der Bohrlöcher auch die den obern Oeffnungen gasförmig entweichende Kohlensäure latent ist, da die reicheren Soolen in den Bohrlöchern relativ mehr Kohlensäure enthalten, als die durch Kohlensäure ärmeres Meteorwasser verdünnten schwächeren Soolen; so ist hierdurch die Erklärung für die Bewegung der Sprudel und für ihre verschieden grosse Sprunghöhe gegeben.

Der aus Kohlensäure und Wasser gebildete Schaum der Sprudel ist blendend weiss, desto weisser je kleiner die beigemischten Glasbläschen sind. Die Quellen, welche vermöge ihrer chemischen Mischung auch noch bei einem Atmosphäredrucke die meiste Kohlensäure gebunden halten, also am wenigsten von diesem Gase entweichen lassen, zeigen die grössten Gasbläschen und erscheinen mehr als durchsichtiges Wasser. In diesen Quellen findet die langsamste Aufsteigungsgeschwindigkeit statt, wesshalb sich in ihnen unter nach oben immer mehr verringerndem Drucke, die entbundenen Kohlensäurebläschen allmählig zu grösseren Blasen vereinigen können. Desshalb erscheinen die Friedrich Wilhelms-Quelle und der Sprudel 7 mehr in weiss leuchtender Schaumsäule, als die Quelle No. 11 der Salz- und Curbrunnen; desshalb quillt eine jede Sprudelquelle Anfangs, nachdem sie angepumpt ist, so lange noch kälteres, salzärmeres und entgastes Wasser aus dem Bohrloche zu entfernen ist, als ein durchsichtiger Schaum mit grossen Gasblasen.

In der am 31. Juli 1852 zu Nauheim stattgehabten Sommerversammlung der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde habe ich durch ein kleines Experiment *) die Bewegung der Sprudel versinnlicht.

*) Der Apparat ist beschrieben und abgebildet 3. Bericht der Gesellschaft. Giessen 1853.



Es steht unumstösslich fest, dass die Nauheimer Sprudel einzig und allein durch die Entbindung der Kohlensäure gehoben werden, welche in der Tiefe von ihrer Soole absorbirt gehalten wird. Die entwickelten nach oben strebenden Gasbläschen reissen, wie die Knoten einer Paternosterpumpe, die Soole mit an die Oberfläche. Jede Störung der Kohlensäure-Entwickelung, sei sie veranlasst durch zutretendes gasfreies Wasser — Entmischung der Soole; — oder durch ein solches Verstopfen der Quelle, wobei nur Gas entweicht, — also entgastes Wasser im Quellrohr zurückbleibend die Druckverhältnisse ändert; — oder durch zu grosse Verengerung der Ausflussöffnung, wobei ein ähnliches Zurückhalten entgasten Wassers, oder eine zu geringe Förderung in der Tiefe zuströmenden gasarmen Wassers erfolgt; — eine jede solche Störung beeinträchtigt oder vernichtet das Spiel der Sprudel.

Als die Soole noch auf natürlichen Wegen durch die Haarspalten des Tertiärgrandes zu Tage stieg, konnte ein, an solchen Stellen, wo sie die Tertiärwasser bis dicht unter die Oberfläche des Thales erfüllte, niedergebrachtes Bohrloch von selbst überfliessen. Die Bohrlöcher No. 1 und 2 lieferten wirklich ohne Beihülfe von Pumpwerken ihren schaumigen Inhalt ab. Schon das Bohrloch No. 5 konnte nur durch Anwendung einer Pumpe in Gang gebracht werden, und es ist jetzt, nachdem in den höheren Grandschichten alle gasöse Soole fehlt, erst nachdem der, in einem Bohrloche stehende Pfropf entgasten Wassers ausgepumpt worden ist, auch nachdem ein Bohrloch die Hauptsoolschicht erreicht hat, ein Ueberschäumen der Flüssigkeit möglich.

Je energischer die Gasentwicklung und je rascher ihr entsprechend die Ausflussbewegung eines Sprudels ist, desto tiefer im Bohrloche beginnt die Kohlensäure-Entbindung. Wenn die Soole von der Zusammensetzung der Friedrich Wilhelms-Quelle an der Erdoberfläche 0,299 Volum Kohlensäure bindet, aber in der Tiefe 2,39 Volume dieses Gases enthält, und die Absorbtionsfähigkeit in direktem Verhältnisse mit dem Drucke

zunimmt, so wird in dem Bohrloche bei 8 Atmosphäredrucken noch alle Kohlensäure gelöst sein. Daraus berechnet sich die Tiefe, in welcher die erste Gasentwicklung statt findet auf (8 - 1 . 32) = 224 Fuss. Weil aber die von 224′ aufwärts im Bohrloche befindliche Flüssigkeit ein Gemisch aus Wasser und Gas, einen viel geringern Druck ausübt als Wasser, so darf unbedenklich der Punkt, wo die Gasentbindung in der Friedrich-Wilhelms-Quelle beginnt, auf 500 Fuss Tiefe gesetzt werden. Hieraus erklärt sich dann in Verbindung mit den auf der zuletzt gegebenen Tabelle notirten Zahlen für Ausflussgeschwindigkeit die staunenswerthe Steigkraft dieser Quelle.

Bei No. 7 ist der Punkt der ersten Gasentbindung in etwa 120 bis 130 Fuss Tiefe anzunehmen, bei der Quelle No. 11 dagegen schon in 24 bis 25 Fuss unter dem Bohrkopfe.

Die Geschwindigkeit des ausfliessenden Soole- und Gasgemenges ist an der Mündung des Bohrloches am grössten; sie entspricht an den Punkten, wo sich die Gasentwicklung zuerst einstellt:

bei der Friedrich Wilhelms-Quelle, deren Verröhrung daselbst 5 Zoll weit ist, nur 5,26 Fuss per Sec.
bei No. 7 nur . . . . . . 3,01 „ „ „
bei No. 5 nur . . . . . . 2,69 „ „ „

Von diesen Punkten aus nimmt die Geschwindigkeit des ausfliessenden Stromes in dem Maasse zu, als sich Kohlensäure entwickelt, und als sich dieses Gas ausdehnt.

Die Abhängigkeit der Höhe der springenden Strahle, also der Geschwindigkeit des Wasser- und Gasausflusses von dem Drucke der Luft macht sich bei den Schwankungen des Barometers bemerklich; bei niedrigem Barometerstande springen die Quellen höher und liefern mehr Soole als bei hohem.

Die Erscheinung der Intermittenz der Quellen habe ich nur bei dem Curbrunnen in den ersten Monaten meiner Anwesenheit zu Nauheim und in sehr geringem Maasse kennen gelernt. Bei diesem Brunnen verschwand die Erscheinung für immer, als auf gleiche Weise, wie bei der Quelle No. 5, die Ausflussöffnung verengert ward. —

Die von C. Bromeis in seiner oben mehrfach citirten Inauguraldissertation gehegte und durch eine heronsballartige Vorrichtung erläuterte Vorstellung von der Einrichtung des Quellapparates der Bohrlöcher No. 5 und 11 theile ich nicht, weil ich mir nicht vorzustellen vermag, wie sich unter dem Drucke einer mit Wasser gesättigten lettigen Grandschicht in der Nähe der Bohrröhre oder überhaupt an irgend einer Stelle eine Höhle halten kann.

Zu genügender Erklärung der fraglichen Erscheinung, welche, was sehr bemerkenswerth ist, in so auffallender Weise nur an dem Punkte, wo die Bohrlöcher 5 und 11 abgeteuft wurden, sich einstellte, hätte man vielleicht gelangen können, wenn die Soole aus den Zeiten der Eruption und des Zurücksinkens der Quellen auf Salzgehalt und freie Kohlensäure wäre untersucht worden.

Nach meiner Ansicht könnte die Intermittenz des Sprudels folgende Ursache haben:

Das Bohrloch traf, wie das Profil Taf. I zeigt, im Tertiärgrand mehrere verdünnte Soolschichten, also Flüssigkeiten, welche bei weitem mehr Kohlensäure absorbiren können als reichere Soole; es stand dicht am Ufer der Usa, in deren nächster Nähe zweifelsohne die beständig von Wasser durchfeuchteten Grandschichten, die Ersetzung (etwa durch das Bohrloch) entfernter verdünnter Soole beschleunigen. Das Bohrloch befand sich über dem Punkte, an welchem die gasreichste und ihrer Zusammensetzung entsprechend am meisten Gas entbindende Soole aus der Tiefe herauftritt, diese Soole mündete bei 98′ Tiefe in dasselbe. Das eingeschobene Blechrohr schützte die Wände des Bohrloches vor dem Zusammenbrechen und dem rascheren Zutreten der wilden Wasser und ärmeren Soolen, es konnte jedoch, was kein Bohrlochsrohr vermag, nicht verhüten, dass sich in den Grandschichten und in der zwischen der ursprünglichen Bohrlochswand und dem Gestein gebliebenen Spalte oder in dem beim Zusammenbrechen dieser ersten Oeffnung dicht an der eisernen Verröhrung gebildeten Schuttwerke ärmere Soole in die Tiefe herabzog. Diese ärmere Soole trat

am untern Ende der Bohrröhre mit der aus der Tiefe herauf strebenden reicheren Soole zusammen und verdünnte sie zu der Flüssigkeit, welche für gewöhnlich dem Bohrloche entstieg. Da aber anfänglich die Zufluss-Canäle für die ärmere Soole oder das wilde Wasser, eng waren, so stellten sich letztere nur alsdann reichlicher ein, wenn sich in den Grandschichten über dem von 63 bis 65 Fuss Tiefe angetroffenen Thon viel Wasser gesammelt hatte und solches unter stärkerem Drucke nach unten strebte. Hatte sich diese Ansammlung mehr oder weniger vollständig nach unten entleert, so trat die aus der Soolschicht zwischen Orthocerasschiefer und Stringocephalenkalk emporsteigende reinere Soole unverfälschter in das Bohrloch. Diese an sich gasreicher, lässt bei ihrer höheren Temperatur und ihrem stärkeren Salzgehalte (wie die Tabelle nachweisst) mehr Kohlensäure gasförmig entweichen, als die verdünnte Soole, es erfolgte also ein Moment der Eruption oder eigentlich nur ein vorübergehendes Ausströmen reicher Soole, wie sie jetzt aus der Friedrich-Wilhelms-Quelle beständig fliesst, in wenigen Stössen, mit denen Steinchen und Schlamm ausgeschleudert wurden aus dem Stück Gebirge zwischen der Conglomeratschicht und dem Bohrlochsboden. Sobald das Wildwasser wieder gespannt war und reichlicher zuströmte, floss die Quelle wieder ruhig über.

Als sich nach einiger Zeit die Zuflusswege für verdünnende Soole oder wildes Wasser gehörig erweitert hatten; als alle Schlammtheilchen aus dem Grande ausgespült und durch den Sprudel ausgeworfen waren oder auch als die wilden Wasser durch das inzwischen zerfressene Eisenrohr unmittelbar Zutritt in das Bohrloch fanden, cessirten die Eruptionen, weil nun beständig eine verdünnte Soole erzeugt und gefördert wurde.

Ward später ein enges Mundstück auf das Bohrloch gesetzt, so entströmte wahrscheinlich momentan, weil die gewöhnliche Oeffnung vielleicht nicht die passendste Weite besass, mehr Soole als die Quelle im gewöhnlichen Zustande lieferte, dadurch ward die untere reichere Soolschicht etwas entlastet und es erfolgten bei ihrem Austritte stossweise Eruptionen.

Die bei der Quelle No. 11 anfangs vorgekommenen Eruptionserscheinungen, deren F. Schreiber in seinem o. a. Aufsatze im Bergwerksfreund gedenkt, erkläre ich, da das Bohrloch No. 11 dicht an der Stelle von No. 5 abgeteuft worden ist, auf gleiche Weise. — F. Schreiber hat das Verdienst für diese Quelle in ihrer damaligen Zusammensetzung durch eine Reihe von Versuchen die passendste Ausflussöffnung gefunden zu haben. Diese Oeffnung ist aber, wie sich von selbst versteht, nur so lange die passendste als sich die Zusammensezzung der Soole durch stärkeren Zudrang meteorischer Wasser nicht ändert.

Nachdem festgestellt ist, dass an dem Quellpunkte der Nauheimer Sprudel nur eine bestimmte, in der reichen Jahreszeit täglich 106000 nicht um Vieles, in der ärmeren aber 90000 Cub. Fuss nicht überschreitende Soolmenge von verschiedenem zwischen 2,5 bis 4,4 pCt. schwankendem Salzgehalte gefördert werden kann, ist es von hoher Wichtigkeit, die einzelnen Quellöffnungen so zu reguliren, dass eine jede ihren Hauptzwecken entsprechend constant gemischt überfliesse.

Die Friedrich-Wilhelms-Quelle wird in der wasserreichen Zeit eine Oeffnung von 3 Zoll Durchmesser, in der ärmeren vielleicht von $2^3/_4$ Zoll erhalten müssen; der Sprudel No. 7, dessen Fassung zu dem Zwecke gänzlich erneuert werden muss, von 4 Zoll, und der Gassprudel von gleichfalls $3^3/_4$ bis 4 Zoll erhalten können; doch müssen hierüber noch Versuche entscheiden. — Ist dieser Quellapparat demnächst gesichert, so besitzt Nauheim einen unübertroffenen Wasserschatz in seinen drei Curbrunnen, der Gasquelle für Gas und kältere gasreichste Sool- und Douchebäder; der Sprudel No. 7 für gewönliche 26° R. naturwarme gasöse Soolbäder und die Friedrich-Wilhelms-Quelle für 30° R. warme Bäder oder zum Vermischen mit No. 7 und zur Salzfabrikation. — Möge zum Segen der leidenden Menschheit die Vollendung der definitiven Fassung dieser Quellen in nicht zu weite Ferne gerückt sein!

8. Die Sprudel in geologischer Bedeutung.

In den Sprudelbohrlöchern wird das Wasser durch die Kohlensäure zu Tage geführt, welche in der Tiefe an selbes gebunden, erst bei niederem Drucke gasförmig wird; es ist zu vermuthen, dass dieses auch bei vielen von der Natur für gasöse Wasser — die Sauerquellen — gebildeten Aufsteigungs-Apparaten geschehe.

In den Tiefen der Erdrinde ist wenigstens alle aus diesen Sauerquellen oder in ihrer Nähe aus Erdlöchern entweichende Kohlensäure unter höherem Drucke an das Wasser gebunden. In den Gesteinsablösungen, auf den Schichtungsebenen, in den Haarspalten der Gesteine, überhaupt auf den Quellwegen entweicht dem durch hydrostatischen Drucke nach oben gehobenen Sauerwasser Kohlensäure-Gas, und zwar um so mehr, je mehr sich der Druck vermindert, welchen die überstehenden Wasserfäden ausüben. — Das entfesselte Gas drängt das Wasser vor sich her nach oben, seine Perlen mehren sich, je näher die Quelle der Oberfläche kömmt, und die Kohlensäure ersetzt endlich den hydrostatischen Druck, die Quelle in höhere Regionen fördernd, was jener allein nicht vermocht hätte. — Die Moffeten in der Nähe der Sauerquellen erscheinen im Gefolge, aber keineswegs als Ursache der Sauerquellen; sie strömen diejenige Kohlensäure aus, welche dem, der Oberfläche näher in mehr oder weniger horizontalen Klüftchen oder in Sand und Grand fortfliessendem Sauerwasser entsteigt.

Die Nauheimer Sprudel, die Curbrunnen ungerechnet, liefern täglich etwa 2230 Cub.-Meter Soole. Wird diese auf den Gehalt der Friedrich-Wilhelms-Quelle reducirt, so bleiben 1886,6 Cub.-Meter oder jährlich 688600 Cub.-Meter Soole und ausser dem an die Bicarbonate gebundene 1611300 Cub.-Meter kohlensaures Gas.

Das Gewicht der in dieser Soolmenge vorhandenen Mineralbestandtheile beträgt:



Kochsalz	25533327	Kilogramm
Sonstige Salze . .	4322048	„
Kohlensäure . . .	2778486	„
Zusammen . .	32633861	Kilogramm.

Nach Abzug der Kohlensäure, an deren Stelle zum Theil andere Substanzen getreten sind, nachdem sie aus Kalkcarbonat abgeschieden wurde, nehmen diese Substanzen einen Raum von 13502 Cub.-Meter*) ein.

Die Nauheimer Quellen unterwühlen also die Erdoberfläche, indem sie beträchtliche Massen fester Stoffe aus der Tiefe an's Tageslicht und durch Bäche und Flüsse in das Weltmeer senden. Ihrer Jahrtausende hindurch fortgesetzten Thätigkeit folgt eine Senkung des Terrains, welches das von ihnen gelieferte Wasser aus der Atmosphäre aufsaugt. — Man kann die Fläche dieses Terrains annäherend berechnen und alsdann einen Begriff von der stattfindenden Senkung erlangen.

Die durchschnittliche jährliche Regenmenge beträgt in unsern Gegenden etwa 0,88 Meter. Auf eine geographische Quadratmeile fallen also binnen Jahresfrist 48541000 Cub.-Meter Meteorwasser. Die Annahme, dass davon etwa zwei Drittheile durch Bäche und Ströme alsbald wieder abrinne und durch Verdunstung der Atmosphäre wieder einverleibt werde, ist allerdings eine willkührliche und desshalb auch die, dass nur ein Drittheil oder 16 Millionen Cub.-Meter zur Speisung der Quellen in das Gestein eindringe. Vorausgesetzt, diese Ansicht komme der Wahrheit nahe; es würden von jenen 16 Millionen noch 9 Millionen zur Versorgung anderer Quellen verbraucht, so reichte eine Quadratmeile Landes hin, die Nauheimer Sprudel mit Wasser zu versorgen und auf diese Fläche bezöge sich die von jenen bewirkte Ausspülung. — Es muss dabei berücksichtigt werden, dass die Schichten, aus denen die fortgewaschenen Stoffe an unzählig vielen Punkten entnommen sind, eine Zeitlang eine aufgelockerte Masse bilden, welche aber allmählig

*) Dieser Raum kömmt demjenigen gleich, welcher 200 Fuss lang und breit und 15 Fuss hoch ist.

schwächer und dünner werdend, sich endlich unter dem Drucke der überliegenden Massen zusammensetzt, indem sich die nach der Auslaugung zurückgelassenen Poren schliessen.

Innerhalb 1000 Jahren fördern die 3 Nauheimer Sprudel 13502000 Cub.-Meter feste Substanz aus der Tiefe; da eine □Meile 55160329 □Meter enthält, so senkt sich diese Fläche innerhalb 1000 Jahren um 0,2450 Meter,

in 100 „ „ 0,0245 „

in 1 „ „ 0,000245 „ oder um $\frac{1}{10}$ Linie.

Die durch die Sprudel bewirkte Auswaschung und Bodensenkung kann also durchaus keine Besorgnisse erwecken. Sie wirkt jedoch Jahrtausende fort und trägt mit dazu bei, das Relief der Wetterau zu ändern. —

II. Soolsprudel zu Kissingen.

1. Allgemeines geologisches Verhalten.

Die Soolsprudel zu Kissingen sind in vielen Beziehungen denen von Nauheim ähnlich, auch sie sind durch Bohrungen der Erde abgewonnen. Sie entspringen jedoch einer jüngeren Sedimentbildung als die letzteren, nämlich dem zur permischen Formation gehörigen Zechsteindolomit. Ich halte dieses für wichtig, denn es folgt daraus, dass überall, wo sich in grösserer Tiefe kohlensaure Kalk- und Magnesiasalze und Kieselerde lagerweis vergesellschaftet finden, Sauerquellen entstehen können.

Ich werde einer kurzen Schilderung der geologischen Verhältnisse nächst Kissingen, in dessen Nähe ich lange Zeit wohnte, die Profile der dortigen Bohrlöcher, deren Kenntniss ich zum Theil meinem verehrten Freunde Dr. Pfrim verdanke, folgen lassen und gebe dazu Taf. II.

Das in der Umgegend von Kissingen vorherrschende Gestein ist der Buntsandstein, theils dessen mittlere aus Sandsteinbänken, theils dessen obere aus rothem und grünlichem Schieferlett mit eingelagerten Sandsteinbänken bestehende Abtheilungen. Versteinerungen finden sich in dieser Formation nicht; bei Aura, südlich von Kissingen, wurden jedoch Fährten von Chirotherium darin beobachtet. — Dem oberen Mergelthon aufgelagert beginnt südöstlich von Kissingen die, die mittleren Maingegenden bedeckende Muschelkalkplatte, welche sich, Kissingen ganz nahe, schon unter dem Keuper verbirgt.

Der Muschelkalk liegt in Kissingen selbst, von der Bodenlaube und dem Stationsberge herabsteigend, das Saalethal überschreitend in einer tiefen steilen Mulde, so dass der am Todenhofe befindliche Teich, ein mit Wasser erfüllter Erdfall, sich ganz auf Muschelkalk befindet und ein grosser Theil der Stadt darauf steht.

Auf der gegenüberliegenden Thalseite tritt der Muschelkalk ebenfalls zu Tage.

Die Thalsoole, die Thalwände aufwärts Kissingen sind Buntsandstein und erst bei Aschach liegt 2 Stunden oberhalb der ersten Falte, eine zweite von Muschelkalk erfüllt, quer durch das Thal. Zwischen beiden Falten erhebt sich ein Sattel des Buntsandsteines und auf diesem Sattel entspringen da, wo die Saale ihn durchschnitten hat, zahlreiche gasöse Salzquellen. — Die bei der Faltung gehobene Partie des Buntsandsteines ist auf dem Rücken des Sattels ohne Zweifel zersprengt und von tief hinabreichenden Spalten durchzogen worden, während die in die Falten hinabgedrückten Theile zusammengepresst wurden und dadurch beiderseits Dämme für das Wasser bildeten. Diese Gebirgsconstruction bedingt eben das Emportreten der gasösen Soole in dem Gebiete zwischen der obern Saline und der Stadt Kissingen auf einer Länge von circa ½ Stunde Weges. Die Schichten liegen im Allgemeinen flach südöstlich geneigt und nehmen nur in den tiefern Falten steilere Einfallwinkel an.

Basalteruptionen sind in der Nähe von Kissingen nicht vorhanden.

2. Der intermittirende Soolsprudel.

Im Jahre 1822 wollte die kön. bayrische Salinendirection durch Abteufen eines Bohrloches den Soolezufluss in einem der älteren Soolbrunnen vermehren. Dazu war der 15 bayrische Fuss tiefe sogenannte runde Brunnen in der Nähe des reichen Brunnens, dicht an der Saale, in einem Terrain gelegen, wo an vielen Punkten Kohlensäureexsalationen und schwache Salzquellen zum Vorschein kamen, erwählt.

Das Ergebniss der Bohrung ist folgendes:

Schacht im Alluvium. Ganze Tiefe unter Tage 15 Fuss bayr.

Milder bunter Sandstein 69
eine schwache gaslose Soole, 20 Maas pr. Minute.

Rother Schieferletten 116,5
Soole 15⁰ R. warm, $2^3/_4$procentig mit Kohlensäure, fliesst aus dem Bohrloche und erfüllt den Schacht 5 Fuss hoch.

Bunter Sandstein 129,75
die Soolmenge vermehrt sich und fliesst aus dem Schachte über.

Bunter Sandstein 140,5
die Soolmenge beträgt pr. Min. 8—9 Cub. F., 15⁰ R., $2^3/_4$ pCt. Salz, die Kohlensäure-Entwicklung im Steigen.

Bunter Sandstein 153,5
bei 153 Fuss eine 4 Zoll weite Kluft. Der Soolenzufluss und die Kohlensäure nimmt zu, die Quelle fliesst unter starkem Aufwallen aus dem Schachte.

Mittelfester bunter Sandstein 285,0
starker Wasserzufluss, wodurch die Soole auf $2^1/_2$ pCt. Salzgehalt verdünnt wird. Vom 9. Juli bis 17. Septbr., wo die Tiefe von 285 Fuss erreicht wurde, intermittirte die Quelle oft; seit dem 17. Septbr. nach Anbohrung des neuen ärmeren Soolezuflusses seltener.

Bunter Sandstein 316,75
abermals starker Soolzufluss $2^1/_2$ pCt., die Quelle intermittirt innerhalb 8 Tagen nicht.

Bunter Sandstein 324,33
Meisselbruch, die Bohrung wird eingestellt am 10. October 1822.

Die auf diesem Wege erhaltene gasöse Soolquelle dient zu Zwecken der Saline und des Soolbades Kissingen; sie befindet sich in dem zu Sool-, Gas- und Schwitzbädern elegant

und zweckmässig eingerichteten königlichen Badehause und bietet, indem das Wasser unter einem von Kupfer und Glas construirten Gasfange in dem 10 Fuss weiten kreisrunden Schachte wie siedend aufwallt, ein prachtvolles Schauspiel dar. Aber diese Quelle besitzt die Eigenthümlichkeit zu intermittiren, d. h. zuweilen auszusetzen. Sie fliesst alsdann nicht mehr über. Das Wasser im Schachte läuft ab und im Bohrloche steht bis an dessen Rand eine *keine Gasentwicklung zeigende* Soole.

Zum erstenmale ward diese Erscheinung noch während des Bohrlochabteufens am 9. Juli 1822 bemerkt. Die Quelle setzte 10 Minuten lang aus, erschien aber alsdann wieder.

Den 20. Juli d. J. wiederholte sich das Intermittiren 20 Minuten lang.

Den 28. Juli	d. J.	abermals 20 Minuten lang.
„ 22. Aug.	„ „	zweimal um 1 u. 4 Uhr jedesmal 37 Minuten lang.
„ 24. „	„ „	dreimal im Laufe des Tages 15 bis 20 Minuten lang.
„ 27. „	„ „	drei bis viermal im Laufe des Tages 15 bis 18 Minuten lang.
„ 28. „	„ „	
„ 29. „	„ „	
Vom 7. Sept. bis zum 17. September		fünf bis sechsmal des Tages unregelmässig unter starker Kohlensäureentwicklung.

Den 17. September nach Anbohrung neuer Soole wird das Intermittiren seltner, setzt den 30. Sept. sogar nach abermaligem Soolzugang einmal 8 Tage lang gänzlich aus, beginnt dann aber jedoch in unregelmässigen Zeitintervallen wieder.

Die Quelle lieferte im Herbste 1822 per Minute 21 bis 24 Cubikfuss Wasser, im Frühjahre 1823 aber per Minute 40 Cubikfuss von $2\frac{1}{2}$ Procent Salzgehalt und 15° R. Wärme und ist sich gleich geblieben, bis der später zu besprechende Sprudel im Schönbornbohrhause zu springen begann. Jetzt giebt die Quelle noch etwa 20 Cubikfuss Soole per Minute, deren

Gasgehalt geringer als früher ist. Wenn der grosse Sprudel längere Zeit überfliesst, verliert der intermittirende Sprudel fast alles kohlensaure Gas. Beobachtungen über ein etwaiges Abhängigkeits-Verhältniss der Quelle zum atmosphärischen Niederschlage sind noch nicht angestellt.

Während des Winters 1822|23 intermittirte die Quelle nicht einmal, dagegen blieb sie am 2. April 1823 achtzehn, und am 3. April sechs Stunden lang aus.

Wenn bei Hochwasser der Saale, während des Aufwallens der Quelle Flusswasser in den Schacht eindringt, so intermittirt sie nicht, so lange der Wasserstand unverändert bleibt, tritt aber das Hochwasser zur Zeit der Ebbe, des Ausbleibens, ein, so tritt die Quelle zurück, bis sich das Wasser verlaufen hat.

Wenn die Pumpen, welche die Soole aus dem Schachte nach den Salinen und den Badreservoiren heben, regelmässig und so arbeiten, dass sie den Stand des Wassers im Schachte nicht verändern, also nur die Produktion der Quelle fördern, so intermittirt der Sprudel nicht; arbeiten die Pumpen jedoch schneller als die Quelle, so wiederholt sich das Ausbleiben oft sehr häufig, zuweilen von 5 zu 5 Minuten.

Seitdem der grosse Sprudel im Schönbornbohrhause überfliesst, hat der intermittirende Sprudel um die Hälfte an Wasser und Kohlensäure verloren; er versiecht, wenn jener längere Zeit überläuft. Es geht hieraus ein ähnlicher Zusammenhang zwischen den beiden Quellen hervor, wie der oben bei den Nauheimer Sprudeln nachgewiesene, und wenn Kissingen beide Sprudel und die Trinkquellen Rakoczy und Pandur ungeschwächt erhalten sehen will, so wird der Riesensprudel entweder ganz aufgegeben werden müssen, oder doch nur aus einer sehr engen Oeffnung springen dürfen.

Die Soole der Kissinger Sprudel wird aus dem Salzthone der Trias und des Zechsteines aufgelöst, sie unterscheidet sich desshalb wesentlich von der der Nauheimer Sprudel. Ich gebe zur Vergleichung die Analysen

	der Nauheimer Friedrich-Wilhelms-Quelle nach Avenarius.		und des intermittirenden Salzsprudels zu Kissingen nach Kastner.
Chlornatrium . .	3,45683	Proc.	. . 1,4000
Chlorkalium . .	0,01996	„	. . 0,0130
Chlorlithium . .	—		. . 0,0020
Chlorkalzium . .	0,28600	„	. . 0,0520
Chlormagnesium .	0,05123	„	. . 0,3190
Brommagnesium .	0,00095	„	. . 0,0008
Jodnatrium	Spur		Spur
Doppeltkohlens. Kalk	0,23770	„	. . 0,0309
Doppeltkohlensaure Magnesia	—	„	. . 0,1266
Doppelkohlensaures Eisenoxydul	0,00511	„	. . 0,0063
Doppeltkohlensaures Manganoxydul	Spur		. . 0,0001
Schwefels. Kalkerde	0,00577	„	. . —
„ Natron	—		. . 0,3282
Kieselerde . .	0,00252	„	. . —
Arseniks. Eisenoxyd	Spur	„	. . —
Organische Substanz	Spur	„	. . 0,0130
Freie Kohlensäure	0,05020*)	„	. . 0,1433**)
Stickstoff . .	—		Spuren
Wasser . . .	95,88373	„	. . 97,5648
	100,0000	Proc.	100,0000

Temperatur . . .	31° R. . .	15° R.
Soolmenge per Minute	1 Cubikm.	0,4975 Cubikmeter
Gasförm. Kohlensäule	2,09 „	0,4950 „

1 Volum Soole hat bei 1 Atmosphäredruck Kohlensäure
0,299 Volum . . 0789 Volum.

Meiner Ansicht nach entstehen die gasfreien Soolen von Kissingen, welche in der obern Teufe der Bohrlöcher angetroffen werden, durch Auslaugung der Salzschichten in der

*) Nach meiner Bestimmung.

**) Nach Abzug der den Bicarbonaten zugesetzten Kohlensäure.



obern Abtheilung des Buntsandsteines, während die gasösen Soolen dem Zechsteine angehören.

Die bei diesem Sprudel vorkommenden Intermittenzerscheinungen sind nur nach sorgfältiger Prüfung aller dabei sichtbar werdenden Erfolge in ihren Bedingungungen zu erkennen. Vor Jahren habe ich das Schauspiel öfters mit angesehen, konnte aber als ein Fremder nie Gelegenheit finden, in den Schacht zu gelangen; während meiner neuesten Anwesenheit zu Kissingen intermittirte der Sprudel nicht. Dr. Pfrim, welcher während der Badesaison täglich im Badhause verweilt und die Intermittenz sehr oft beobachtet hat, verdanke ich die Mittheilung, dass nach dem Aussetzen des Sprudels die Bohrlochsröhre bis an den Rand mit Wasser gefüllt bleibt, dass aber keine Gasentwicklung sichtbar wird, bis der Sprudel wiederkehrt. Alsdann nimmt die Kohlensäureentwicklung aus dem Wasser im Bohrrohre allmählig zu, das Wasser fliesst über und der Schacht füllt sich aufs Neue mit schäumender Soole. Diese Beobachtung allein reicht hin, die Vermuthung zu unterstützen, dass zu verschiedenen Zeiten gasfreies und gasöses Wasser in das Bohrloch tritt; es findet wahrscheinlich ein Verhalten statt, wie ich es bei der Nauheimer Quelle No. 5 beschrieb. Die nahe Saale übt vielleicht hier denselben Einfluss, wie zu Nauheim die No. 5 so nahe Usa. Auf keinen Fall kann hier an ein periodisches Wechseln im Zutritt des Gases als solches und des Wassers oder an Heronsbälle im Innern der Erde gedacht werden, um so weniger, als diese Soole schon bei 11,6 bis 12 Meter unter Tage sämmtliche ihr im Brunnenschacht in Gasform entweichende Kohlensäure absorbirt enthält.

3. Der Kissinger Riesensprudel.

In dem Bohrloche im Schönbornbohrhause, welches 2001 bair. Fuss = 584 Meter in die Tiefe geht, wurden nach der im Bohrhause aufgehängten Tafel folgende Schichten durchbohrt:

		Fuss
Ueber der Thalsoole steht der Muschelkalk an bei		100
vom Bohrlochskopfe abwärts wurden 56 F. Schutt angetroffen,		
bis 330 Fuss bunter Sandstein obere Gruppe darin bei 222 Fuss eine Soolquelle, welche in der Minute 8 Cubikf. gasfreie Soole von 8° R. Wärme und $1^1/_4$ Proc. Salz gibt,	ganze Stärke d. obern Abtheilung des Buntsandst.	330 430
bis 1240 Fuss Buntsandstein. In dieser Tiefe ward eine zweite Soolquelle ohne Gasgehalt angetroffen, sie liefert per Min. 93 bis 100 Cubikf. Soole von $3^1/_4$ Proc. Salzgehalt u. 17° R. Wärme,	ganze Stärke der mitttern Abtheilung des Buntsandsteines	910
bis 1590 Fuss Sandstein, welcher von den Kissinger Salinenbeamten Vogesensandstein benannt wird,	Stärke d. untern Abth. d. Buntsandst.	350
bis 1740 Fuss Zechstein Dolomit, bei 1680 Fuss entstieg dem Dolomiten reichlich Kohlensäure, deren Entwicklung zunahm, je tiefer das Bohrloch niederkam und erst bei 1740 Fuss derselben stationär blieb,	Zechstein oberer Dolomitgruppe.	150
bis 1808 für Bohrlochsteufe fand sich Salzthon, angeblich Steinsalz,	Salzthon	68
bis 2001 Fuss fester Gyps, Anhydrit mit Steinsalz		193

Der Bohrer zerbrach und blieb stecken, wesshalb die Bohrung einstweilen unterbrochen ward.

Das enge Bohrloch wird jetzo auf 6 Zoll erweitert, um die zur Soolenförderung dienenden Apparate einführen zu können.



Es wird beabsichtigt, zum Abschlusse der obern schwächsten Soole ein 330 Fuss langes dicht anschliessendes Kupferrohr einzutreiben, in dieses mit 1 Zoll Spielraum bis 1740 Fuss ein zweites Rohr zu versenken, damit die gasöse Soole in dem ringförmigen Zwischenraume aufsteigen kann; in dieses Rohr abermals ein drittes bis 1808 Fuss hinuntergehendes mit 1 Zoll Spielraum herabzuhängen und dasselbe 90 Fuss über dem Bohrkopfe am Bohrthurme enden zu lassen. In dem Zwischenraume zwischen dem zweiten und dritten Rohre soll durch eine Turbine schwächere Soole herab bis in das Steinsalz gepumpt, dort mit Salz gesättigt und durch das engste innere Rohr bis unter das Dach des Thurmes hinaufgetrieben werden, damit sie von hier zur Siedung gelange.

Als die gasöse Soole angebohrt war, versiechten die in der Nähe liegenden Salzbrunnen und der als Curbrunnen benutzte Theresienbrunnen für immer; nach einiger Zeit verlor auch der intermittirende Sprudel bei Kissingen an Wasser und Gas, so dass man das Bohrloch stopfen musste, um nicht alle andern Quellen zu vernichten. Man begnügt sich jetzt damit, die Quelle von Zeit zu Zeit übergehen zu lassen und lässt sie während der Kurzeit zum Ergötzen der Kurfremden alle 3 bis 4 Wochen einmal aus einem dreizölligen aus dem Bohrloche abgeleiteten Springstocke ausströmen. Sie sendet dabei einen 75 Fuss hohen Wasserstrahl in die Lüfte; soll circa 100 Cubikfuss Soole pr. Minute und angeblich auch 100 Cubikf. Gas geben; doch scheint letztere Menge nur auf einer Schätzung zu beruhen, und möchte die wahre Gasmenge wohl über 200 Cubikfuss pro Minute betragen.

Als der intermittirende Sprudel 1822 erbohrt war, verschwanden ebenfalls alle kleineren gasösen Quellen in dessen Umkreise, der sogenannte reiche Salzbrunnen ging auf 8 Cubikfuss Soole pro Minute von geringem Gehalte zurück.

Während meiner letzten Anwesenheit war der grosse Sprudel zugestopft, ich hatte desshalb nicht das Glück, ihn zu sehen.

Wenn die Quelle zur Ruhe gebracht werden soll, so wird ein Säckchen mit Thon an einem mehrere hundert Fuss lan-

gen Bohrgestänge in das Bohrloch eingetrieben. Der Sprudel verschwindet dann, indem alle Gasentwicklung aufhört. Der Thonpfropf wird nun entfernt und das Bohrloch füllt sich bis an den Rand mit Soole der obern Gebirgsschicht, aus welcher keine Gasentwicklung erfolgt. Nach einiger Zeit sättigt sich die in dem Rohre stagnirende Soolsäule mit kohlensaurem Gase, indem die tieferen und höheren Schichten der Wassersäule sich mischen. Nachdem diese Durchdringung so weit gediehen, dass in den obern Regionen des Bohrloches eine Gasentwicklung stattfinden kann, schäumt das Bohrloch Anfangs schwach über, bis die Quelle nach Verlauf von 20 bis 24 Stunden ihren höchsten Gasreichthum erlangt. Nach einem solchen Verstopfen verstreicht gewöhnlich ein Zeitraum von 6 bis 10 Tagen, bis sich die erste Kohlensäureentbindung wieder zeigt; so lange Zeit bedarf es also, bis sich die Flüssigkeiten im Bohrloche mischen.

Dieser Hergang ist in Uebereinstimmung mit den an den Sprudeln zu Nauheim ermittelten Gesetzen, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Quelle rascher durch Anwendung von Saugpumpen gehoben werden würde. — Räthselhaft ist mir ein Verfahren, welches angeblich in Fällen, wo der Sprudel länger ausbleibt, als man wünscht, in Anwendung kommt, um ihn herbeizuholen. — Man lässt dann über den Schacht und über die Mündung des Bohrloches hinweg einen raschen Strom Flusswasser gehen, und nach zwei bis drei Tagen erscheint dann die Quelle.

Da die im Bohrloche stagnirende Soole spezifisch schwerer als das Flusswasser ist, so kann letzteres nicht in das Bohrloch eindringen. Ich denke mir, der rasch über den Bohrkopf schiessende Strom reisst Wasserfäden aus dem Bohrloche mit und erweckt dadurch in der Quelle ein Bestreben zum Aufwärtssteigen. Leider konnte ich, da der Salinen-Betriebsbeamte während meiner Anwesenheit verreist war, nichts Näheres über diesen Hergang erfahren, dessen Einzelheiten gekannt sein müssen, wenn eine genügende Erklärung des Erfolges gegeben werden soll.

4. Rückblick. Vergleichung mit dem Verhalten der Kohlensäure des Bohrlochs zu Bad Oeynhausen bei Rehme.

Die aus den Bohrungen zu Kissingen hervorgegangenen Erfolge bestätigen im Allgemeinen die geologischen Schlüsse, welche ich aus dem Verhalten der Nauheimer Sprudel gezogen habe. Sie bezeugen:

1) dass die Kohlensäurentwicklung abhängig ist von dem Vorhandensein des kohlensauren Kalkes (Kalksteines) in grösserer Tiefe;
2) dass die mit natürlichen Wegen zu Tage tretenden Quellen aufgesogen werden durch tief herabreichende Bohrlöcher;
3) dass tiefer herabreichende Bohrlöcher flacheren die Zuflüsse abschneiden können;
4) dass es für jeden Punkt der Erde ein Maximum der Quellenförderung giebt, welches durch Bohrlochsabteufen erreicht werden kann, aber einmal erreicht neue Bohrungen unnütz oder die schon bestehenden gefahrbringend macht;
5) dass die Aufsteigungsbewegung der gasösen Quellen durch Gasentbindung unterstützt oder selbst gänzlich bedingt wird.

Zu Kissingen wird der Kochsalzgehalt der Soole, wie an unzähligen andern Punkten der Erde, dem sedimentären Steinsalze, welches in allen bekannten Meeresabsätzen aus den verschiedensten geologischen Epochen auftritt, entnommen; — über den Ursprung der übrigen Chlorsalze, des Glaubersalzgehaltes, kann eben so wenig Zweifel entstehen; sie sind accessorische Bestandtheile des Steinsalzes. Die Bicarbonate aber werden dem Zechstein-Dolomit angehört haben, sie sind aus seinen Bestandtheilen durch freigewordene Kohlensäure gelöst. Auffallend ist die gänzliche Abwesenheit der Kieselerde in diesen Soolen, welche doch eine so äusserst mächtige, fast nur aus Kiesel bestehende Ablagerung auf ihrem Wege an das Tageslicht durchdringen müssen. Es ist nicht unwahrscheinlich,

dass alle von Meteorwasser zugeführte Kieselsäure in den Tiefen unter Abscheidung von Kohlensäure sich mit der Kalkerde vereinigt *).

Das Abhängigkeitsverhältniss der Kohlensäureentwicklung von dem in tieferen Erdschichten vorhandenen Kalkcarbonat ist auch im Bohrloch zu Rehme (Bad Oeynhausen) erkannt worden. Herr Berghauptmann von Oeynhausen**) und Herr Professor G. Bischof***) haben dieses anerkannt; ich gebe zur Vergleichung kurz einen Auszug aus beider Mittheilungen und das, was ich selbst an jenem interessanten Bohrbrunnen gesehen habe. Nach v. Oeynhausen steht das Rehmer Bohrloch:

In Lehm 15 rheinl. Fuss, mehrere hundert Fuss im Lias, durchbohrt dann die ganze Keuperformation, wovon der rothe Keupermergel bei 922, der Gyps des Keupers bei 1016 Fuss angetroffen wurde und bis 1046 Fuss anhielt; alsdann trifft es weissen kalkhaltigen Keupermergel, und bei 1664 Fuss Tiefe beginnt, wie v. Oeynhausen vermuthet, in der Nähe des Muschelkalkes die Kohlensäure-Entwicklung in ihm bemerkbar zu werden. Der Keuper scheint bei 500 Fuss unter Tage begonnen und bis 1700 Fuss tief angehalten zu haben. Bei 600 Fuss erlangte man die erste gaslose $1^5/_8$procentige Soole von $12{,}5^0$ R. Wärme in einer Menge von 0,67 Cubikfuss p. Minute.

In grösseren Tiefen bis 900 Fuss circa angelangt, gab das Bohrloch 1,0 bis 1,5 Cubikfuss 13 bis 15^0 warme $2^1/_2$procentige Soole, dann vermehrten Süsswasserzugänge den Soolausfluss bis auf 8 Cubikfuss, verdünnten ihn aber bis unter 1 Procent Salz. Die Temperatur wuchs allmählig, betrug aber im grauen Keupermergel constant 18^0 R. bis 1586 Fuss Tiefe. Mit der eintretenden Kohlensäure-Entwicklung, bei 1664 Fuss, steigerte sich die Wärme auf 22^0, die Wassermenge auf 15

*) Bischoff: Chemische Geologie Ueber Kohlensäureentbindung aus Kalkstein.

**) In Dr. Moeller's: das kön. Soolbad Oeynhausen. Berlin bei Nicolai 1849.

***) In o. a. S. S. 276 1. Band.

Cubikfuss per Minute, der Salzgehalt auf 5 Procent. Die Kohlensäure trat also ohne Zweifel an Wasser gebunden und nicht als Gas in das Bohrloch. Von 1700 Fuss bis 2219 Fuss steht das Bohrloch im Muschelkalke. In diesem Gestein wuchs die Quantität der ausgeworfenen gasösen Soole allmählig bis auf 54 Cubikfuss per Minute an, die Temperatur stieg auf $26^{1}/_{2}{}^{0}$ R., die Salzmenge schwankte zwischen 5 und $4^{1}/_{2}$ Procent und blieb endlich auf letzterem Gehalt stehen.

Da die Wassermenge und damit die an sie gebundene Kohlensäuremenge im Muschelkalke wuchs, so muss angenommen werden, dass eben aus diesem Kalke die Kohlensäure abgeschieden und der Soole zugemengt wird.

Aus dem Rehmer Bohrloche, welches $696^{1}/_{3}$ Meter tief ist, steigt, wie v. Oeynhausen nachweist, die Soole durch hydrostatischen Druck; ihr, wie wir gleich sehen werden, schwacher Gehalt an bei einem Atmosphäredrucke freier Kohlensäure reicht auch zur Förderung des Wassers nicht aus. — Nach Bischof enthält die Rehmer Soole:

Chlornatrium	3,33850	Procent.
Chlormagnesium	0,10783	"
Schwefelsaures Kali	0,00471	"
Schwefelsaurer Kalk	0,29947	"
Schwefelsaure Magnesia . . .	0,26038	"
Kohlensaurer Kalk	0,08686	"
Kohlensaure Magnesia	0,05021	"
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	0,00688	"
Kohlensaures Manganoxydul . .	0,00014	"
Kieselsäure	0,00466	"
Bromnatrium	Spur.	

Die Soole bindet bei einem Atmosphäredruck auf 1 Volum 0,722 Volum Kohlensäure (die der Bicarbonate eingeschlossen). Frei ausströmten:

Kohlensäure auf . . .	1 Vol.	Soole	= 0,047	Vol.
Fremde Gase, wahrscheinlich atmosphärische Luft .	1 "	"	= 0,003	"

Bischof berechnet, dass die an der Bohrlochsmündung in Gasform entweichende Kohlensäure bei 2,08 Fuss = 0,65 Meter Tiefe unter der Oberfläche der Erde noch vollkommen gebunden sei, während bei den Nauheimer Sprudeln die Kohlensäure schon 4,20½ und 68½ Meter unter dem Bohrkopfe Gasform annimmt.

Aus diesem Grunde fliesst denn auch die Rehmer Quelle nicht sprudelnd, sondern nur als klarer Schaum brodelnd über und leidet durchaus keinen Vergleich mit den Kissinger oder Nauheimer Sprudeln; ihre Ausgiebigkeit wird aber, da ihr bei grosser Tiefe ein ausgedehntes Quellgebiet zu Gebote steht, durch Erweiterung des Bohrloches beträchtlich vermehrt werden, ein Vorzug, den sie wiederum vor den Nauheimer und Kissinger Sprudeln voraus hat. —

Ich schliesse diese Mittheilungen mit dem Wunsche, dass sie von theoretischen und praktischen Geologen aufgenommen werden mögen als ein kleiner Beitrag zur Förderung der Wissenschaft, welche nicht allein die Schätze der Erdentiefe an das Sonnenlicht fördert, sondern welche auch, indem sie ihre Jünger mit Begeisterung für die Wahrheit erfüllt, einen noch werthvolleren Schatz in die Herzen der Menschen niederlegt.



Inhaltsverzeichniss.

Seite

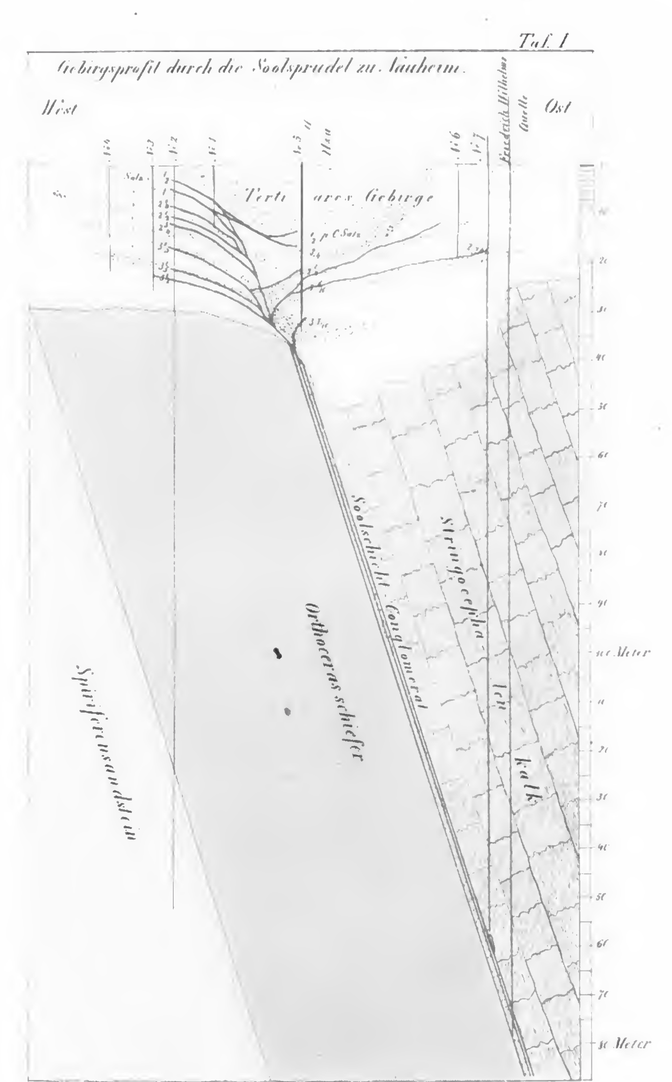
Einleitung 1

I. Die Soolsprudel zu Nauheim 4

1. Allgemeines 4
2. Die Nauheimer Salzbrunnen 8
3. Die Nauheimer Bohrbrunnen 11
4. Der geologisehe Bau der Umgegend von Nauheim und die Form des Quellapparates 19
5. Ursachen des Ausbleibens des Sprudels No. 7 im Jahre 1855. Wechselwirkung der Sprudnl aufeinander 28
6. Chemische Aanalysen der Nauheimer Sprudel. Woher beziehen sie ihre mineralischen Bestandtheile und die Kohlensäure? . . 39
7. Die Kohlensäure in den Nauheimer Sprudeln als Movens . . 43
8. Die Sprudel in geologischer Bedeutung 53

II. Die Soolsprudel zu Kissingen 56

1. Allgemeines geologisches Verhalten 56
2. Der intermittirende Soolsprudel 57
3) Der Kissinger Schönborn- oder Riesensprudel 73
4. Rückblick. Vergleichung mit dem Verhalten der Kohlensäure des Bohrlochs zu Bad Oeynhausen bei Rehme 66



Die blauen Linien deuten die aufsteigende Soole an.

Gebirgsprofil durch die Soolsprudel zu Kissingen.

Süden

Norden

Rakoczy

intermittirender Sprudel

Schönborn Sprudel

Meeresspiegel

Intermittirender Sprudel
bei a eine 2¾ pC Soole mit etwas Kohlensäure
b do viel
aus einer Kluft

Schönborn Sprudel
bei a eine 1¼ pC Soole ohne Kohlensäure
b 3½
c mit Kohlensäure

1 Muschelkalk
2 Buntsandstein obere Gruppe
3 do mittlere do
4 do untere do
5 Zechsteindolomit
6 Salzthon
7 Anhydritgruppe
8 Zechstein

Bayr

Taf. II

